

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Ekonomski fakultet u Osijeku
Poslijediplomski sveučilišni doktorski studij „Management“

Maja Karić

**SIMULACIJSKI MODEL ZA OPTIMIZACIJU I
KONTINUIRANO POBOLJŠANJE
ZDRAVSTVENIH USLUGA**

DOKTORSKI RAD

Osijek, 2026. godina

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Ekonomski fakultet u Osijeku
Poslijediplomski sveučilišni doktorski studij „Management“

Maja Karić

**SIMULACIJSKI MODEL ZA OPTIMIZACIJU I
KONTINUIRANO POBOLJŠANJE
ZDRAVSTVENIH USLUGA**

DOKTORSKI RAD

Mentor: doc. dr. sc. Dario Šebalj

Osijek, 2026. godina

University Josip Juraj Strossmayer of Osijek
Faculty of Economics and Business in Osijek
Postgraduate University Doctoral Study „Management”

Maja Karić

**SIMULATION MODEL FOR OPTIMIZATION
AND CONTINUOUS IMPROVEMENT OF
HEALTH SERVICES**

DOCTORAL THESIS

Mentor: Dario Šebalj, PhD

Osijek, 2026

IZJAVA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI,
PRAVU PRIJENOSA INTELEKTUALNOG VLASNIŠTVA,
SUGLASNOSTI ZA OBJAVU U INSTITUCIJSKIM REPOZITORIJIMA
I ISTOVJETNOSTI DIGITALNE I TISKANE VERZIJE RADA

1. Kojom izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je doktorski rad isključivo rezultat osobnoga rada koji se temelji na vlastitim istraživanjima i oslanja se na objavljenju literaturu. Potvrđujem poštivanje nepovredivosti autorstva te točno citiranje radova drugih autora i referiranje na njih.
2. Kojom izjavljujem da je Ekonomski fakultet u Osijeku, bez naknade u vremenski i teritorijalno neograničenom opsegu, nositelj svih prava intelektualnoga vlasništva u odnosu na navedeni rad pod licencom *Creative Commons Imenovanje – Nekomercijalno – Dijeli pod istim uvjetima 3.0 Hrvatska*. 
3. Kojom izjavljujem da sam suglasna trajnom pohranjivanju i objavljivanju moga rada u Institucijskom digitalnom repozitoriju Ekonomskoga fakulteta u Osijeku, Repozitoriju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te javno dostupnom Repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti, NN 119/2022).
4. Izjavljujem da sam autorica predanog rada i da je sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti istovjetan s dovršenom tiskanom verzijom rada predanom u svrhu obrane istog.

Ime i prezime studentice: Maja Karić

JMBAG: 396

OIB: 77792491491

e-mail za kontakt: majakaric27@gmail.com

Naziv studija: Poslijediplomski sveučilišni doktorski studij „Management“

Naslov rada: Simulacijski model za optimizaciju i kontinuirano poboljšanje zdravstvenih usluga

Mentor rada: doc. dr. sc. Dario Šebalj

U Osijeku, _____ godine.

Potpis _____

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Ekonomski fakultet u Osijeku

Doktorski rad

Znanstveno područje: Društvene znanosti
Znanstveno polje: Ekonomija

SIMULACIJSKI MODEL ZA OPTIMIZACIJU I KONTINUIRANO POBOLJŠANJE ZDRAVSTVENIH USLUGA

Maja Karić

Mentor: doc. dr. sc. Dario Šebalj

Kratki sažetak doktorskog rada: Disertacija istražuje mogućnosti optimizacije radiološke dijagnostike kompjutoriziranom tomografijom (CT) i magnetskom rezonancijom (MR) u KBC-u Rijeka, polazeći od činjenice da su vrijeme čekanja, kapaciteti i financijska održivost međusobno ovisne sastavnice istog procesa. Cilj je razviti i provjeriti simulacijski model koji skraćuje ukupno trajanje dijagnostičkog ciklusa, povećava iskoristivost CT/MR uređaja i rada radioloških tehnologa te istodobno poboljšava ekonomsku efikasnost odjela radiologije. Teorijski okvir oslanja se na ekonomske principe upravljanja kapacitetima i listama čekanja, organizaciju i financiranje zdravstvenih usluga u javnom sektoru, normativne okvire te modeliranje poslovnih procesa i diskretno-događajne simulacije kao alat za potporu odlučivanju. Metodologija obuhvaća identifikaciju i mapiranje poslovnih procesa, prikupljanje podataka iz BIS/RIS sustava (trajanje pretraga, vrijeme na uređaju, čekanje, verifikacija, broj pacijenata), statističku analizu i kategorizaciju pretraga te izradu BPMN dijagrama koji služe kao polazište za konstrukciju AS-IS i TO-BE modela u softveru Arena. Analizirane su glavne kategorije CT i MR pretraga (tijelo, mozak, srce, kralježnica, muskuloskelet, angiografija, dojke) kroz različite intervale naručivanja, konfiguracije kadra (jedan ili dva radiološka tehnologa) i scenarije s uključenim hitnim pacijentima, uz usporedbu sa stvarnim podacima i normativima vremena. Rezultati pokazuju da simulacijski model može značajno skratiti vrijeme čekanja i ukupni boravak pacijenta, povećati broj pretraga po smjeni te podići stupanj iskorištenja uređaja i rada tehnologa, bez razmjernog rasta troškova. Optimalne kombinacije termina naručivanja, grupiranja pretraga i konfiguracija RT1/RT2 poboljšavaju produktivnost i prihode uz kontrolirane troškove. Uočena su i ograničenja modela (nebilježenje kašnjenja pacijenata, kvarova, razlika u iskustvu osoblja i manjkavosti evidencije čekanja), što upućuje na potrebu za daljnjim istraživanjima. Unatoč tome, simulacijsko modeliranje potvrđuje se kao koristan instrument ekonomsko-menadžerskog upravljanja dijagnostičkim kapacitetima, relevantan za bolnički menadžment, planere zdravstvenog sustava i donositelje javnih politika.

Broj stranica:

Broj slika:

Broj tablica:

Broj grafikona:

Broj literaturnih navoda:

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: kompjutorska tomografija, liste čekanja, magnetska rezonancija, optimizacija poslovnih procesa, radiološka dijagnostika, simulacijski model

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

- 1.
- 2.
- 3.
4. (zamjena)

Doktorski rad pohranjen je u: Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici Zagreb, Ul. Hrvatske bratske zajednice 4, Zagreb; Gradskoj i sveučilišnoj knjižnici Osijek, Europska avenija 24, Osijek; Sveučilištu Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Trg sv. Trojstva 3, Osijek; Ekonomskom fakultetu u Osijeku, Trg Lj. Gaja 7, Osijek

BASIC DOCUMENTATION CARD

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Economics and Business in Osijek.**

PhD thesis

Scientific Area: Social sciences

Scientific Field: Economics

SIMULATION MODEL FOR OPTIMIZATION AND CONTINUOUS IMPROVEMENT OF HEALTH SERVICES

Maja Karić

Supervisor: Dario Šebalj, PhD

Short abstract: The dissertation explores the possibilities of optimizing radiological diagnostics with computed tomography (CT) and magnetic resonance (MR) at KBC Rijeka, starting from the fact that waiting time, capacities and financial sustainability are mutually dependent components of the same process. The goal is to develop and verify a simulation model that shortens the total duration of the diagnostic cycle, increases the utilization of CT/MR devices and the work of radiological technologists, and at the same time improves the economic efficiency of the radiology department. The theoretical framework relies on the economic principles of capacity and waiting list management, the organization and financing of health services in the public sector, normative frameworks, and modeling of business processes and discrete-event simulations as a decision support tool. The methodology includes identification and mapping of business processes, data collection from the BIS/RIS system (duration of searches, time on the device, waiting, verification, number of patients), statistical analysis and categorization of searches, and creation of BPMN diagrams that serve as a starting point for the construction of AS-IS and TO-BE models in the Arena software. The main categories of CT and MR examinations (body, brain, heart, spine, musculoskeletal, angiography, breast) were analyzed through different ordering intervals, staffing configurations (one or two radiologic technologists) and scenarios with emergency patients involved, with comparison to real-world data and time standards. The results show that the simulation model can significantly shorten waiting times and total patient stays, increase the number of examinations per shift, and increase the degree of device and technologist utilization, without a proportional increase in costs. The model also has limitations (non-recording of patient delays, malfunctions, differences in staff experience, and deficiencies in waiting records), which indicate the need for further research. Nevertheless, simulation modeling is confirmed as a useful tool for economic and managerial management of diagnostic capacities, relevant to hospital management, healthcare system planners, and public policy makers.

Number of pages:

Number of figures:

Number of tables:

Number of graphs :

Number of references:

Original in: croatian

Key words: computer tomography, magnetic resonance imaging, optimization of business processes, radiological diagnostics, simulation model, waiting lists

Date of the thesis defense:

Reviewers:

- 1.
- 2.
- 3.
4. (substitute)

Thesis deposited in: National and University Library in Zagreb, Ul. Hrvatske bratske zajednice 4, Zagreb; City and University Library of Osijek, Europska avenija 24, Osijek; Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Trg sv. Trojstva 3, Osijek; Faculty of Economics and Business in Osijek, Trg Lj. Gaja 7, Osijek

Simulacijski model za optimizaciju i kontinuirano poboljšanje zdravstvenih usluga

SAŽETAK

Disertacija istražuje mogućnosti optimizacije radiološke dijagnostike kompjutoriziranom tomografijom (CT) i magnetskom rezonancijom (MR) u KBC-u Rijeka, polazeći od pretpostavke da su vrijeme čekanja, raspodjela resursa i financijska održivost usko povezani elementi jednog procesa u zdravstvu. Primarni cilj jest razvoj i validacija simulacijskog modela koji skraćuje ukupno trajanje dijagnostičkog ciklusa, povećava iskoristivost CT/MR uređaja i rada radioloških tehnologa te istodobno poboljšava ekonomsku efikasnost odjela radiologije. Teorijska podloga rada oslanja se na ekonomske principe upravljanja kapacitetima i listama čekanja, organizaciju i financiranje zdravstvenih usluga u javnom sektoru, normativne okvire te koncepte modeliranja poslovnih procesa i diskretno-događajnih simulacija kao alata za potporu odlučivanju. Metodologija uključuje identifikaciju i mapiranje poslovnih procesa radiološke dijagnostike, prikupljanje i obradu podataka iz BIS/RIS sustava (vrijeme trajanja pretraga, vrijeme na uređaju, čekanje, verifikacija nalaza, broj obrađenih pacijenata), statističku analizu i kategorizaciju pretraga te izradu BPMN dijagrama kao osnove za konstrukciju AS-IS i TO-BE simulacijskih modela u softveru Arena. Detaljno su analizirane različite kategorije CT i MR pretraga (tijelo, mozak, srce, kralježnica, muskuloskelet, angiografija, dojke) kroz varijante intervala naručivanja, kadrovskih konfiguracija (jedan ili dva radiološka tehnologa) i scenarije s uključenim hitnim pacijentima, uz usporedbu sa stvarnim podacima i važećim normativima vremena. Rezultati pokazuju da simulacijski model može značajno skratiti vrijeme čekanja i ukupni boravak pacijenta, povećati broj pretraga po smjeni te podići stupanj iskorištenja uređaja i rada tehnologa, bez razmjernog rasta troškova. Optimalne kombinacije intervala naručivanja, grupiranje pretraga i racionalno korištenje konfiguracija RT1/RT2 dovode do rasta produktivnosti i prihoda uz kontrolirane troškove resursa, čime se poboljšava odnos *outputa* po jedinici utroška. Istodobno, identificirana su i ograničenja modela – izostanak kašnjenja pacijenata, tehničkih kvarova, varijacija u iskustvu osoblja i metodološki nedostaci u evidenciji vremena čekanja u informacijskim sustavima – što upućuje na potrebu za oprezom pri ekstrapolaciji rezultata te na prostor za daljnje istraživanje. Unatoč tome, pokazuje se da simulacijsko modeliranje predstavlja vrijedan instrument ekonomsko-menadžerskog upravljanja dijagnostičkim kapacitetima, jer omogućuje testiranje alternativnih scenarija organizacije rada prije njihove operativne primjene, kvantifikaciju učinaka na troškove, prihode i dostupnost usluge te donošenje informiranih odluka. Dobiveni nalazi relevantni su za menadžment bolnica, planere zdravstvenog sustava i donositelje javnih politika, budući da nude primjenjiv, podatkovno utemeljen okvir za povećanje učinkovitosti i održivosti radiološke dijagnostike u javnom zdravstvu.

Ključne riječi: kompjutorska tomografija, liste čekanja, magnetska rezonancija, optimizacija poslovnih procesa, radiološka dijagnostika, simulacijski model

Simulation model for optimization and continuous improvement of health services

ABSTRACT

The dissertation explores the possibilities of optimizing radiological diagnostics with computed tomography (CT) and magnetic resonance (MR) at KBC Rijeka, starting from the assumption that waiting time, resource allocation and financial sustainability are closely related elements of one process in healthcare. The primary goal is the development and validation of a simulation model that shortens the total duration of the diagnostic cycle, increases the utilization of CT/MR devices and the work of radiological technologists, and at the same time improves the economic efficiency of the radiology department. The theoretical basis of the work is based on economic principles of capacity management and waiting lists, organization and financing of health services in the public sector, normative frameworks and concepts of business process modeling and discrete-event simulations as tools for decision support. The methodology includes identification and mapping of business processes of radiological diagnostics, collection and processing of data from the BIS/RIS system (duration of examinations, time on the device, waiting, verification of findings, number of treated patients), statistical analysis and categorization of examinations, and creation of BPMN diagrams as a basis for the construction of AS-IS and TO-BE simulation models in the Arena software. Various categories of CT and MR examinations (body, brain, heart, spine, musculoskeletal, angiography, breast) were analyzed in detail through variants of ordering intervals, staffing configurations (one or two radiological technologists) and scenarios with emergency patients involved, with comparisons with real data and valid time standards. The results show that the simulation model can significantly shorten waiting times and total patient stays, increase the number of examinations per shift, and increase the degree of device and technologist utilization, without a proportional increase in costs. Optimal combinations of ordering intervals, grouping of examinations, and rational use of RT1/RT2 configurations lead to increased productivity and revenue with controlled resource costs, thereby improving the ratio of "output" per unit of expenditure. At the same time, limitations of the model were also identified - the absence of patient delays, technical failures, variations in staff experience, and methodological shortcomings in recording waiting times in information systems - which indicate the need for caution when extrapolating the results and the scope for further research. Nevertheless, simulation modeling has been shown to be a valuable tool for economic and managerial management of diagnostic capacities, as it allows testing alternative work organization scenarios before their operational implementation, quantifying the effects on costs, revenues and service availability, and making informed decisions. The findings are relevant for hospital management, health system planners and public policy makers, as they offer an applicable, data-based framework for increasing the efficiency and sustainability of radiological diagnostics in public health.

Keywords: computer tomography, magnetic resonance imaging, optimization of business processes, radiological diagnostics, simulation model, waiting lists

Ovu disertaciju s dubokom zahvalnošću i ljubavlju posvećujem svojoj obitelji. Suprugu Adiju i sinu Ediju, na neiscrpnoj podršci, strpljenju i razumijevanju u trenucima kada je ovaj rad imao prednost nad svim ostalim, te na ohrabrenju i vjeri u mene. Također hvala i svim mojim bliskim prijateljima koji su me bodrili i bili uz mene na ovom putu.

Od srca zahvaljujem svom mentoru, doc. dr. sc. Dariju Šebalju, na stručnom vodstvu, jasnim i konstruktivnim uputama, sustavnoj podršci i strpljivom usmjeravanju tijekom čitavog istraživačkog procesa.

Posebnu zahvalnost upućujem i prof. dr. sc. Meliti Kukuljan, čije su znanje, savjeti i povjerenje u mene bili trajni oslonac i važan motivacijski čimbenik.

Zahvaljujem i svim kolegama s Kliničkog zavoda za dijagnostičku i intervencijsku radiologiju na razumijevanju, pomoći i suradnji, na svakom podatku, sugestiji i ohrabrujućoj riječi. Njihov svakodnevni rad, profesionalnost i predanost struci bili su mi inspiracija i snažan podsjetnik na svrhu i važnost ovog istraživanja.

Svima vama – od srca hvala.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Problem istraživanja	1
1.2. Svrha i ciljevi istraživanja	3
1.3. Hipoteze istraživanja	4
1.4. Korištene znanstvene metode	7
1.5. Očekivani znanstveni doprinos	8
1.6. Struktura rada	9
2. SUSTAV ZDRAVSTVENE ZAŠTITE U REPUBLICI HRVATSKOJ	11
2.1. Oblici financiranja zdravstva i liste čekanja	12
2.2. Modeli ugovaranja ciljanih skupina postupaka u svrhu smanjenja liste čekanja	15
3. LISTE ČEKANJA U ZDRAVSTVENOM SUSTAVU	18
3.1. Radiološka dijagnostika – položaj i specifičnosti u pružanju zdravstvenih usluga	20
3.2. Liste čekanja na radiološke dijagnostičke zahvate	22
3.3. Informacijski sustav i transparentnost lista čekanja	25
3.4. Specifični zdravstveni uvjeti i njihov utjecaj na liste čekanja – slučaj Covid-19	26
3.5. Poslovni procesi i protokoli specijalističkih zdravstvenih usluga	28
3.6. Pristup minimiziranju vremena čekanja	30
3.7. Problem naručivanja - prednosti i ograničenja javno zdravstvenog sustava	32
4. MODELI I METODE ZA OPTIMIZIRANJE VREMENA ČEKANJA	35
5. METODOLOGIJA RADA	42
6. OPIS I REZULTATI ISTRAŽIVANJA	47
6.1. Identifikacija poslovnih procesa	47
6.2. Otkrivanje poslovnih procesa	56
6.3. Analiza procesa	58
6.3.1. Analiza vremena trajanja pretraga (vP)	59
6.3.2. Analiza vremena trajanja pretraga na uređaju (vPu)	60
6.3.3. Analiza vremena čekanja od upisa pacijenta do termina pretrage (vLc)	62
6.3.4. Analiza vremena verificiranja nalaza radiologa (vN)	63
6.3.5. Analiza broja riječi u radiološkom nalazu (bN)	65
6.3.6. Broj pacijenata i učinjenih pretraga na CT i MR uređajima	66
6.3.7. Postavljanje AS-IS simulacijskog eksperimenta	67
6.4. Rezultati TO-BE simulacijskih eksperimenata	87
6.4.1. Simulacijski eksperiment – CT pretraga za kategoriju tijelo1	89

6.4.2.	Simulacijski eksperiment – CT pretraga za kategoriju tijelo2	98
6.4.3.	Simulacijski eksperiment – CT pretraga za kategoriju mozak.....	106
6.4.4.	Simulacijski eksperiment – CT pretraga za kategoriju srce	115
6.4.5.	Simulacijski eksperiment – CT pretraga za kategoriju kralježnica.....	123
6.4.6.	Simulacijski eksperiment – CT pretraga za kategoriju muskuloskelet	132
6.4.7.	Simulacijski eksperiment – CT pretraga za kategoriju angiografija	140
6.4.8.	Simulacijski eksperiment – CT pretraga za kategoriju sve pretrage	149
6.4.9.	Simulacijski eksperiment – MR pretraga za kategoriju tijelo1	157
6.4.10.	Simulacijski eksperiment – MR pretraga za kategoriju mozak.....	161
6.4.11.	Simulacijski eksperiment – MR pretraga za kategoriju srce.....	166
6.4.12.	Simulacijski eksperiment – MR pretraga za kategoriju kralježnica.....	170
6.4.13.	Simulacijski eksperiment – MR pretraga za kategoriju muskuloskelet	174
6.4.14.	Simulacijski eksperiment – MR pretraga za kategoriju angiografija	179
6.4.15.	Simulacijski eksperiment – MR pretraga za kategoriju dojke	183
6.4.16.	Simulacijski eksperiment – MR pretraga za kategoriju sve pretrage.....	187
7.	RASPRAVA	192
7.1.	Analiza simulacijskih eksperimenata	200
7.2.	Usporedba preporuka normativa i standarda s dobivenim simulacijskim vrijednostima	207
7.3.	Preporuke za daljnju optimizaciju dijagnostičkih pretraga	210
7.4.	Dokazivanje postavljenih istraživačkih hipoteza	212
8.	ZAKLJUČAK	220
	LITERATURA.....	223
	POPIS TABLICA.....	243
	POPIS SLIKA	247
	POPIS GRAFIKONA	248
	POPIS KRATICA	261
	BIOGRAFIJA AUTORA.....	263

1. UVOD

Zadnjih nekoliko desetljeća zdravstveni sustavi doživljavaju stalno povećanje broja pacijenata, što dovodi do velikog opterećenja u pogledu medicinskih usluga i korištenja opreme. Temeljni izazov ovih sustava je broj i raznovrsnost zahtjeva za medicinske usluge, kao i sposobnost sustava da te zahtjeve ispuni. Posebno se ističe radiološki odjel, koji pruža specifične vrste pregleda i usluga, zasnovane na specijalističkim nalazima, te omogućuje pacijentima provođenje dijagnostičkih ili terapijskih postupaka završavajući s radiološkim izvješćem. Kontinuirani porast tih zahtjeva predstavlja izazov, jer specijalizirani odjeli, uključujući radiologiju, i pored unaprjeđenja u broju i kakvoći usluga, ne uspijevaju uvijek zadovoljiti tražene potrebe u optimalnom vremenskom okviru. Velik broj zahtjeva u ovoj specifičnoj kategoriji često rezultira formiranjem listi čekanja, što dodatno otežava rješavanje situacije u zdravstvenom sustavu. Uz rastuće brojke, ključno je pronaći rješenja koja bi ubrzala proces i osigurala pravovremenu dostupnost usluga svim pacijentima. Specijalizacija i tehnološki napredak su od presudnog značaja, ali to i dalje nije dovoljno kako bi se adekvatno odgovorilo na sve potrebe u zadanom vremenu, čime se dodatno potiče potreba za inovativnim pristupima upravljanju zdravstvenim resursima.

1.1. Problem istraživanja

Duga razdoblja čekanja na medicinske usluge predstavljaju opterećenje za zdravstveni sustav, stvarajući prepreke u postizanju optimalne razine skrbi unutar javnog zdravstva. Vrijeme čekanja u medicinskim ustanovama ključni je čimbenik koji utječe na zadovoljstvo pacijenata te je jedan od pokazatelja kvalitete pruženih usluga. Brojna istraživanja potvrđuju usku povezanost između duljine čekanja i zadovoljstva pacijenata (Escher et al., 2019; Godley i Jenkins, 2019), kao i povezanost sa stresom i tjeskobom (Flory i Lang, 2011). Uz zadovoljstvo pacijenata, vrijeme čekanja ima i ekonomske posljedice na zdravstveni sustav. Ograničeni resursi, aspekt isplativosti te održivost kvalitete usluga direktno utječu na dostupnost potrebnih medicinskih usluga (Teichgräber et al., 2003). Iako zdravstveni sustavi imaju jasno definirane protokole te zabilježena poboljšanja u informacijsko-komunikacijskoj tehnologiji, kao i poboljšanu transparentnost dostupnosti usluga, nisu uspjeli značajno smanjiti vrijeme čekanja na specijalističke usluge. Najveći dio dugih čekanja u javnozdravstvenim ustanovama odnosi se na dijagnostičke usluge (Biloglav et al., 2020), pri

čemu su radiološke usluge ključne za kvalitetu zdravstvene skrbi i akreditaciju ustanova. Vrijeme čekanja na preglede poput magnetske rezonance (MR) dio je standarda kvalitete prema *Pravilniku o standardima kvalitete zdravstvene zaštite i načinu njegove primjene* (NN 79/2011). U Republici Hrvatskoj su liste čekanja za radiološku dijagnostiku najduže za pretrage magnetske rezonancije (MR) i kompjutorske tomografije (CT). Prema Biloglavu i sur. (2020), primarni je cilj zdravstvenih strategija postizanje produktivnijeg i učinkovitijeg zdravstvenog sustava, a upravo provedba dobre radiološke prakse može biti učinkovita strategija za smanjenje nepotrebne i neučinkovite potrošnje u zdravstvu. Isti autori proveli su 2018. godine istraživanje o vremenu čekanja na dijagnostičke pretrage, s posebnim naglaskom na MR i CT. Prema tom istraživanju, prosječno je vrijeme čekanja za MR iznosilo 268 dana, odnosno od 90 do 419 dana dok je kod CT-a prosječno vrijeme čekanja bilo 77,61 dana i kretalo se od 17 do 154 dana. Obrada pacijenata u ovim dijagnostikama u posljednje je vrijeme najučestalija zbog kvalitete dijagnostičkog podatka za dobivanje dijagnoze. Potražnja za ovim pretragama kontinuirano raste što uzrokuje opterećenje lista čekanja, a time dovodi do pogoršanja zdravstvenih problema pacijenata, kao i do ekonomskih posljedica za zdravstvo. Najveći broj zdravstvenih ustanova koje pružaju radiološke usluge MR i CT javnozdravstvene su ustanove u kojima troškove izvedbe pretraga pokriva Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje (HZZO), ograničavajući pritom sredstva i ljudske resurse. Problem se javlja u pojedinim ustanovama kada uređaji (a samim time i ljudski resursi) nisu optimalno iskorišteni, već postoje razlike u broju obrađenih pacijenata tijekom jednoga dana. Optimizacija poslovnog procesa radiološke dijagnostike u svim segmentima - od prijave pacijenta na pretragu do izdavanja nalaza - omogućila bi optimalno vrijeme rada sukladno maksimalnoj iskoristivosti ljudskih resursa i rada uređaja. Naručivanjem istih pretraga uz predviđeno vrijeme trajanja i prema unaprijed postavljenim protokolima snimanja, omogućilo bi se više pregleda u jednom danu što bi naposljetku značilo povećanje broja pacijenata, a samim time i skraćivanje vremena čekanja. Standardizacijom protokola izvedbe pretraga omogućila bi se maksimalna iskoristivost vremena rada sudionika u procesu.

Ova doktorska disertacija bavi se područjem upravljanja poslovnim procesima, s posebnim naglaskom na procese radiološke dijagnostike. Cilj je njihova optimizacija i samim time, smanjenje lista čekanja. Budući da je ovaj problem ključan za razumijevanje opravdanosti promjena u postojećim poslovnim procesima radiološke dijagnostike, promatrat će se također i s ekonomskog aspekta. Dug period čekanja na medicinske pretrage, posebno na napredne dijagnostičke tehnike kao što su MR i CT, ne predstavlja samo medicinski i etički problem,

već ima i značajne ekonomske implikacije. Ekonomske posljedice uključuju izravne troškove povezane s operativnim aspektima zdravstvenih ustanova i iskorištavanjem resursa, kao i neizravne troškove koji proizlaze iz utjecaja na produktivnost i kvalitetu života pacijenata. Produženo vrijeme čekanja može dovesti do pogoršanja zdravstvenoga stanja, a rezultat je toga veća potrošnja zdravstvenih resursa za obradu složenijih zdravstvenih problema koji su mogli biti spriječeni pravovremenom intervencijom. Optimizacija poslovnih procesa u radiološkoj dijagnostici mora uzeti u obzir ekonomske učinke smanjenja vremena čekanja na pretrage. Učinkovitijim upravljanjem terminima i kvalitetnijim iskorištavanjem ljudskih resursa te standardizacijom i poboljšanjem protokola pretraga, može se postići značajno smanjenje lista čekanja. Povećanjem broja pacijenata koji se mogu obraditi u određenom vremenskom periodu, uključujući visoki standard usluga, ne samo da se poboljšava pristup zdravstvenoj zaštiti, već se postiže i smanjenje troškova po jedinici usluge. Ekonomičnost promjena u poslovnim procesima treba se ocijeniti analizom troškova i koristi, uzimajući u obzir ne samo izravne uštede za zdravstvene ustanove već i šire društveno-ekonomske učinke koji uključuju kvalitetu života pacijenata i ekonomsku učinkovitost zdravstvenog sustava u cjelini. Analiza opravdanosti investicija u tehnološku nadogradnju, obuku osoblja i bolje upravljanje terminima pretraga treba obuhvatiti multidisciplinarni pristup koji se zasniva na medicinskim, tehničkim, i ekonomskim aspektima čiji je cilj postizanje održivog i efektivnog zdravstvenog sustava.

1.2. Svrha i ciljevi istraživanja

Svrha ovog istraživanja je unaprijediti učinkovitost i kvalitetu radiološke dijagnostike u Kliničkom bolničkom centru (KBC) Rijeka, kroz dubinsku analizu postojećih poslovnih procesa te predlaganje konkretnih poboljšanja. Osnovni cilj je optimizirati poslovne procese unutar radiološkog odjela, smanjiti nepotrebno dugo vrijeme čekanja te poboljšati iskoristivost resursa, čime bi se dugoročno poboljšala usluga prema pacijentima i povećala financijska održivost sustava.

C1: Istražiti postojeće poslovne procese u radiološkoj dijagnostici KBC Rijeka i identificirati ključne probleme i izazove u tim procesima.

U sklopu ovog cilja, u disertaciji su se detaljno istražili i identificirali skupovi poslovnih procesa unutar radiološke dijagnostike u KBC Rijeka te su podijeljeni u tri skupine – ključne

procesu, potporne procese i procese upravljanja. Potom se izvršilo mapiranje dijela procesa koji je prepoznat kao proces u kojem je moguće napraviti određena poboljšanja.

C2: Kroz temeljitu analizu poslovnih procesa u radiološkoj dijagnostici, identificirati opcije za poboljšanje i predložiti simulacijski model kojim će se minimizirati vrijeme ciklusa.

Na temelju detaljne analize i identificiranih izazova i problema, u sklopu disertacije razvijen je simulacijski model nekoliko kategorija poslovnih procesa, koji precizno prikazuje potencijalne učinke implementiranih poboljšanja na smanjenje vremena ciklusa i efikasnost procesa, uz osiguranje poboljšanja kvalitete dijagnostičkih usluga.

C3: Analizirati financijsku isplativost poboljšanja procesa radiološke dijagnostike, uzimajući u obzir troškove implementacije predloženih poboljšanja i očekivane financijske uštede proizašle iz kraćeg vremena ciklusa i veće iskoristivosti resursa.

Polazeći od razvijenih simulacijskih modela, u disertaciji je provedena analiza troškova uvođenja predloženih poboljšanja programa u usporedbi s očekivanim financijskim uštedama koje proizlaze iz učinkovitijeg korištenja resursa, skraćanja vremenskog ciklusa te većeg iskorištenja kapaciteta MR i CT uređaja.

1.3. Hipoteze istraživanja

U ovoj doktorskoj disertaciji definirane su tri osnovne hipoteze:

H1: Predloženi simulacijski model rezultira kraćim vremenom ciklusa u odnosu na trenutni proces radiološke dijagnostike

Hipoteza H1 sugerira da će razvoj i pokretanje pažljivo osmišljenog simulacijskog modela poslovnih procesa radiološke dijagnostike dovesti do smanjenja ukupnog vremena potrebnog za izvođenje dijagnostičkih procedura – poznatog kao vrijeme ciklusa. U ovom kontekstu, "vrijeme ciklusa" odnosi se na ukupno vrijeme od trenutka kada pacijent započne proces dijagnostike (na primjer, čekanje na termin i priprema za pretragu) do trenutka kada se postupak završava (odlazak iz dijagnostike).

Dokazivanje ove hipoteze proizlazi iz identificiranih problema i izazova u postojećem procesu, koji uključuju dugotrajna vremena čekanja za pacijente te neefikasno korištenje

resursa i opreme, kao što su MR i CT dijagnostike. Problemi u postojećem sustavu često su posljedica zastarjelih ili neoptimiziranih protokola rada, nepostojanja jasne koordinacije među različitim segmentima procesa, kao i ograničenja kapaciteta i resursa.

Razvijeni simulacijski model koncipiran je tako da omogući detaljnu analizu i vizualizaciju trenutnih procesnih tokova, identificirajući ključne točke zastoja i uska grla, kao i da testira različite scenarije poboljšanja kroz promjene u organizaciji rada, protokolima, rasporedu korištenja opreme itd. Na temelju rezultata tih simulacija, model omogućuje predlaganje konkretnih i pragmatičnih rješenja za optimizaciju procesa.

Značajno smanjenje vremena ciklusa koje hipoteza H1 predviđa temelji se na pretpostavci da će optimizirani procesi omogućiti bržu obradu pacijenata uz istovremeno smanjenje nepotrebnih zastoja, što direktno dovodi do kraćeg vremena čekanja za pacijente. Osim toga, efikasnija organizacija i protok radnih zadataka trebali bi rezultirati boljim iskorištavanjem opreme i resursa, čime se dodatno skraćuje vrijeme ciklusa.

Uz operativne učinke, očekuje se i da predloženi model održi ili čak poboljša kvalitetu dijagnostičkih usluga. To znači da će, unatoč skraćivanju vremena potrebnog za obradu jednog pacijenta, kvaliteta i preciznost dijagnostičkih nalaza ostati na visokoj razini, bez kompromisa po pitanju medicinskih standarda.

H2: Predloženi simulacijski model rezultira većom iskoristivosti MR i CT uređaja u odnosu na trenutni proces radiološke dijagnostike, omogućujući optimalno korištenje resursa i smanjenje vremena čekanja

Hipoteza H2 odnosi se na učinke koji bi se ostvarili primjenom predloženog simulacijskog modela na iskorištavanje CT i MR uređaja unutar radiološke dijagnostike. Ova hipoteza predviđa da će implementacija modela dovesti do boljeg upravljanja i rasporeda korištenja ovih uređaja, rezultirajući većom iskoristivošću opreme i smanjenjem vremena čekanja za pacijente. Dijagnostički uređaji CT i MR predstavljaju ključne resurse u radiološkoj dijagnostici i često su skupi u nabavi i održavanju. Njihova visoka iskoristivost ne samo da je ekonomski povoljna za zdravstvenu ustanovu, već je i ključna za pružanje brze i učinkovite dijagnostičke usluge pacijentima. Istovremeno, kako bi se osigurala visoka kvaliteta dijagnostičke usluge, važno je da se povećanje iskoristivosti ne postiže na račun standarda kvalitete. Simulacijski model omogućuje ispitivanje i analizu postojeće organizacije rada,

uključujući kako se raspoređuju termini za CT i MR, kako se planiraju i provode pretrage, i kako se upravlja protokom pacijenata. Simulacijom različitih scenarija moguće je identificirati optimalne protokole rada koji minimiziraju neiskorišteno vrijeme uređaja i maksimizirati njihovu upotrebu unutar postojećih radnih sati.

Poboljšanje dolazi kroz optimizaciju rasporeda (učinkovitije planiranje termina za pretrage, smanjujući vremenske razmake između pojedinačnih pregleda), standardizaciju protokola testiranja (ujednačavanje procedura kako bi se minimiziralo vrijeme potrebno za pripremu i izvođenje testova), smanjenje zastoja (identificiranje i eliminacija uzroka nepotrebne pauze u radu, poput kašnjenja u usmjeravanju pacijenata ili pripremi uređaja).

Hipoteza sugerira da će, primjenom ovih poboljšanja, radiološka dijagnostika moći obraditi veći broj pacijenata unutar istog vremenskog okvira, smanjiti vrijeme čekanja i povećati produktivnost, što direktno utječe na poboljšanje pružanja zdravstvenih usluga pacijentima bez narušavanja visokih standarda kvalitete.

H3: Predloženi simulacijski model rezultirat će financijski isplativijim procesom u odnosu na trenutni proces radiološke dijagnostike

Hipoteza H3 fokusira se na ekonomske aspekte implementacije predloženog simulacijskog modela u procese radiološke dijagnostike, očekujući da će donesene promjene rezultirati financijski isplativijim radom radiološke dijagnostike. Ovdje se financijska isplativost odnosi, ne samo na direktno smanjenje troškova vezanih za same dijagnostičke procese, poput rada uređaja i vremena osoblja, već i na širi ekonomski učinak koji te promjene mogu imati, uključujući potencijalno smanjenje troškova liječenja uslijed brže i preciznije dijagnostike.

Financijska isplativost može se postići kroz:

- smanjenje operativnih troškova - optimizacijom poslovnih procesa, uključujući bolje iskorištavanje CT i MR uređaja te efikasnije upravljanje vremenom i radom medicinskog osoblja, može se značajno smanjiti vrijeme potrebno za pojedinačne pretrage. To ne samo da omogućava da se više pacijenata obradi u kraćem vremenskom periodu, već i smanjuje troškove vezane uz radno vrijeme osoblja i operativne troškove uređaja.
- povećanu efikasnost i produktivnost - implementacijom simulacijskog modela, koji na racionalan i metodičan način optimizira sve elemente dijagnostičkog procesa,

ostvaruje se veća iskoristivost kapaciteta i resursa. Ovo, zauzvrat, može dovesti do smanjenja nepotrebnih troškova i efikasnijeg korištenja postojećih sredstava.

- smanjenje troškova liječenja - kroz brže i preciznije dijagnostičke procese, potencijalno se smanjuju i troškovi liječenja. Pravovremena dijagnostika može dovesti do ranije intervencije, koja je često manje komplicirana i skupa od tretmana uznapredovanih bolesti. Također, smanjenjem vremena čekanja za dijagnostičke usluge, moguće je spriječiti pogoršanje stanja pacijenta koje bi inače dovelo do povećanih troškova liječenja.

1.4. Korištene znanstvene metode

Metodološki okvir za provedbu istraživanja ove disertacije temelji se na analizi i redizajnu poslovnih procesa obrade pacijenata u radiološkoj dijagnostici Kliničkog zavoda za radiologiju KBC Rijeka, točnije na CT i MR dijagnostikama. Analiza i redizajn poslovnih procesa faze su životnog ciklusa upravljanja poslovnim procesima koje obuhvaća skup metoda, tehnika i alata za identifikaciju, otkrivanje, analizu, redizajn, izvršenje i praćenje poslovnih procesa s ciljem poboljšanja njihovih performansi (Dumas et al., 2018). Poboljšanje performansi poslovnih procesa može se promatrati kroz smanjenje troškova, smanjenje vremena ili smanjenje grešaka/problema u procesu.

Osim analize poslovnih procesa, u radu je napravljena i diskretna, deterministička simulacija u programskom rješenju Arena Simulation. Simulacijski model kreiran je na temelju prethodno napravljenog procesnog modela, a potom su se u svaki modul simulacije unijeli određeni parametri (npr. vrijeme početka, vrijeme završetka, vrijeme rada i sl.) koji su potom analizirani nakon pokretanja simulacije. Analizom zapisnika simulacije, što uključuje statistiku vremena ciklusa, prosječno vrijeme čekanja i prosječno vrijeme korištenja resursa (u ovom slučaju CT/MR uređaja i zdravstvenih djelatnika) dobiveni su scenariji ishoda rada.

Za potrebe izrade simulacijskog modela prikupljene su različite vrste podataka, iz različitih izvora. Jedan dio podataka prikupljen je iz radiološkog informacijskog sustava (RIS) i bolničkog informacijskog sustava (BIS), drugi dio podataka prikupljen je sa samog MR/CT uređaja, za vrijeme snimanja pacijenta, a treći dio podataka (vrijeme ulaska i izlaska pacijenta iz dijagnostike) prikupljen je od strane radioloških tehnologa koji su bilježili aktivnosti

direktno na dijagnostici u periodu od tri mjeseca. Detaljniji opis metodološkog okvira te način prikupljanja podataka dan je u poglavlju 5. Metodologija.

1.5. Očekivani znanstveni doprinos

Znanstveni doprinos ovog istraživanja ogleda se u sljedećem:

- Analiza i optimizacija poslovnih procesa u radiološkoj dijagnostici – kroz prvu fazu istraživanja, odnosno identifikacijom i otkrivanjem procesa, pružio se duboki uvid u postojeće poslovne procese u radiološkoj dijagnostici te su se definirali ključni problemi i izazovi koji pridonose produljenju lista čekanja za dijagnostičke pretrage
- Razvoj i primjena simulacijskih modela poslovnog procesa u radiološkoj dijagnostici – u istraživanju su se razvile dvije vrste modela. Simulacijskim modelom postojećeg procesa (tzv. „AS-IS“ proces) izvršila se verifikacija i validacija trenutnih procesa te je on služio kao temelj za redizajn. Kroz redizajn procesa i izradu „TO-BE“ modela, istraživanje je doprinijelo smanjenju vremena čekanja pacijenata na dijagnostičke pretrage.
- Procjena financijske održivosti i isplativosti – provedba optimizacije poslovnih procesa radiološke dijagnostike s ciljem procjene financijske održivosti i isplativosti provedenih poboljšanja, što je ključno za njihovu implementaciju u realnim uvjetima zdravstvenog sustava.

Osim znanstvenog doprinosa, iz ove disertacije proizlazi i aplikativni doprinos:

- Istraživanje će pridonijeti primjeni metode simulacije u zdravstvenom sektoru općenito, a ne samo u području radiološke dijagnostike, kao alat za analizu, redizajn i optimizaciju poslovnih procesa.
- Donošenje praktičnih smjernica za upravljanje poslovnim procesima u zdravstvu – rezultati ovog istraživanja pružit će praktične smjernice i preporuke za upravljanje poslovnim procesima u radiološkoj dijagnostici te će poslužiti kao temelj za poboljšanje kvalitete i dostupnosti zdravstvenih usluga. Ovo se naročito odnosi na konkretan prijedlog koji su optimalni vremenski rasponi za naručivanje pacijenata za pojedine kategorije pretraga. U ovom istraživanju dokazano je kako je, za postizanje najučinkovitijeg procesa dijagnostike, potrebno pretrage podijeliti po kategorijama, a

potom za svaku kategoriju naručivati pacijente u točno određenim vremenskim rasponima.

1.6. Struktura rada

Rad je strukturiran u ukupno 8 poglavlja. Uvod definira problem istraživanja, svrhu i ciljeve, istraživačke hipoteze, korištene metode te očekivani znanstveni doprinos. Poseban naglasak stavljen je na rast potražnje za radiološkim uslugama, problem lista čekanja i potrebu optimizacije poslovnih procesa u KBC-u Rijeka. Drugo poglavlje daje pregled organizacije i financiranja hrvatskog zdravstvenog sustava, s naglaskom na univerzalnost i ograničene resurse. Detaljno se opisuju oblici financiranja, liste čekanja i modeli ugovaranja postupaka, osobito za CT i MR dijagnostiku. Treće poglavlje analizira problem lista čekanja u zdravstvu, s posebnim osvrtom na radiološku dijagnostiku i specifičnosti ovog segmenta. Razmatraju se informacijski sustavi, transparentnost listi, utjecaj Covid-19 te organizacijski i protokolarni čimbenici koji produžuju ili skraćuju čekanje. Četvrto poglavlje prikazuje modele i metode za optimiziranje vremena čekanja. U ovom poglavlju prikazuju se teorijski okviri, modeli i kvantitativne metode za optimizaciju vremena čekanja, uključujući simulacije, modeliranje procesa i alate za analizu toka pacijenata. Posebno se ističe uloga diskretno-događajnih modela i BPMN procesnih modela kao temelja za optimizaciju kliničkih procesa. U petom poglavlju opisuje se metodološki okvir istraživanja – od identifikacije i mapiranja poslovnih procesa, preko prikupljanja podataka iz BIS/RIS sustava, do izrade simulacijskih i BPMN modela. Definiraju se koraci izgradnje AS-IS i TO-BE modela te kriteriji za procjenu vremena, kapaciteta i troškova. Šesto poglavlje opisuje rezultate istraživanja, donosi detaljan opis postojećih poslovnih procesa u radiološkoj dijagnostici KBC-a Rijeka te rezultate statističke analize vremena, opterećenja uređaja, verificiranja nalaza i broja pacijenata. U nastavku se prikazuju postavljanje AS-IS simulacijskog modela i rezultati TO-BE simulacijskih eksperimenata za pojedine CT i MR kategorije te scenarij „sve pretrage“. Sedmo poglavlje interpretira rezultate simulacijskih eksperimenata, uspoređuje ih s normativima i standardima te sagledava učinke optimizacije na vrijeme čekanja, iskoristivost uređaja i rad kadra. Ujedno se iznose preporuke za daljnju optimizaciju, raspravlja o ograničenjima istraživanja i argumentirano dokazuju postavljene hipoteze. Osmo poglavlje predstavlja ključne nalaze istraživanja, potvrđuje mogućnosti racionalizacije procesa i naglašava važnost digitalizacije, standardizacije i kontinuirane edukacije kadra za učinkovitiji

rad radioloških odjela. Ističe se da primjena simulacijskih modela omogućuje bolje korištenje resursa, povećanje broja obrađenih pacijenata, smanjenje vremena čekanja i veću održivost cjelokupnog sustava radiološke dijagnostike.

2. SUSTAV ZDRAVSTVENE ZAŠTITE U REPUBLICI HRVATSKOJ

Zdravstveni sustav Republike Hrvatske temelji se na načelima univerzalne pokrivenosti i dostupnosti kvalitetne zdravstvene zaštite za sve građane (Zakon o zdravstvenoj zaštiti, NN 100/18). Unatoč tim načelima, hrvatski zdravstveni sustav suočava se s brojnim izazovima, uključujući financijsku održivost, efikasnost usluga te jednakost u dostupnosti zdravstvene zaštite (Šimović, 2022; Kovač, 2013). Organizacija zdravstvenog sustava strukturirana je na tri razine: primarna, sekundarna i tercijarna zdravstvena zaštita. Primarna zdravstvena zaštita obuhvaća usluge obiteljskih liječnika, pedijatar, ginekologa i stomatologa te je usmjerena na preventivu i osnovnu medicinsku njegu. Sekundarna i tercijarna zaštita uključuju specijalističko-konzilijarne i bolničke usluge te napredne dijagnostičke i terapijske postupke (Zakon o zdravstvenoj zaštiti, NN 100/18).

Ključne institucije koje upravljaju zdravstvenim sustavom su Ministarstvo zdravstva (MZ), Hrvatski zavod za javno zdravstvo (HZJZ) i Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje (HZZO). Zajednički donose regulative i osiguravaju financijska sredstva za provođenje zdravstvene politike (HZZO, 2024a). Pravilnici, kao što su Pravilnik o normativima i standardima za obavljanje zdravstvene djelatnosti (NN 52/2020) i Pravilnik o načinu ostvarivanja prava iz obveznog zdravstvenog osiguranja (NN 49/14), detaljno određuju standarde, normative kadra, prostorne i tehničke uvjete te način financiranja i izvještavanja za pojedine vrste zdravstvenih ustanova. Time se nastoji osigurati kvaliteta i sigurnost u pružanju zdravstvenih usluga (Zakon o kvaliteti zdravstvene zaštite, NN 118/18). Šimović (2022) i Kovač (2013) ističu kako je financiranje hrvatskog zdravstva dugoročan problem te da sustav godinama bilježi deficit, koji se povremeno sanira jednokratnim intervencijama države, ali bez trajnih strukturalnih reformi. Najveći izazovi su nedostatak prihoda, nagomilani dugovi ustanova, sve veći troškovi suvremenih terapija i demografski pritisak starenja stanovništva. Održavanje dostupnosti i solidarnosti zahtijeva dodatne proračunske transfere i reforme radi optimizacije troškova i bolje raspodjele resursa (Šimović, 2022).

Reforme su usmjerene na povećanje efikasnosti kroz digitalizaciju zdravstvenih usluga, poglavito kroz razvoj Centralnog zdravstvenog informacijskog sustava Hrvatske (CEZIH) te jačanje integracije i koordinacije između različitih razina zdravstvene zaštite (Malešević, 2024; CEZIH, 2025a). Uvođenje telemedicine i e-zdravstvenih usluga predstavlja važan korak prema modernizaciji sustava i boljem prilagođavanju potrebama pacijenata. Ipak, ovakve inovacije zahtijevaju značajna ulaganja i strateško planiranje radi osiguranja njihove

funkcionalnosti i široke dostupnosti (Malešević, 2024). Redovito prikupljanje statističkih podataka i analize kroz izvješća HZJZ-a i HZZO-a predstavljaju temelj za daljnji razvoj te optimizaciju zdravstvenog sustava, uz stalni naglasak na pružanje kvalitetne, dostupne i održive zdravstvene zaštite građanima (HZJZ, 2023; CEZIH 2025b).

2.1. Oblici financiranja zdravstva i liste čekanja

Sustav zdravstvene zaštite u Republici Hrvatskoj financira se prvenstveno kroz doprinose za zdravstveno osiguranje, što je zakonska obaveza za sve zaposlene osobe, dok država dodatno subvencionira zdravstvene usluge za posebne skupine poput umirovljenika i nezaposlenih (NN 49/14). Jedan od glavnih izazova hrvatskog zdravstvenog sustava je dugo vrijeme čekanja na specijalističke preglede te neujednačena dostupnost usluga između urbanih i ruralnih područja, a održivost financiranja dodatno je opterećena pritiscima na državni proračun i potrebom za inovativnim rješenjima u pružanju zdravstvene zaštite (Kovač, 2013; CEZIH, 2025b; HZZO, 2024c).

Financiranje zdravstvenog sustava prvenstveno ide preko HZZO-a, koji koristi prihode od doprinosa, participacija te izvanrednih sredstava iz državnog proračuna namijenjenih posebnim programima od javnog interesa (HZZO, 2024c). Ukupni prihodi za 2025. projektiraju se na oko 6,5 milijardi EUR, rastući za 8,5% u odnosu na 2024. Idućih godina očekuje se daljnji porast: 6,9 milijardi EUR u 2026. i 7,2 milijarde EUR u 2027. Prihodi od doprinosa ključni su, povećani zbog rasta zaposlenosti i bruto plaća u 2024. Prognoze za 2025. su 5,3 milijarde EUR (11% više nego 2024.), za 2026. 5,7 milijardi EUR (6,6% više nego 2025.), te za 2027. 5,9 milijardi EUR (4,7% više nego 2026.) (HZZO, 2024b). Hrvatski zdravstveni sustav temelji se na modelu socijalnog osiguranja, gdje je Ministarstvo zdravstva odgovorno za oblikovanje zdravstvene politike, donošenje i promjene zakona, regulaciju standarda zdravstvene zaštite, provedbu javnozdravstvenih programa te ulaganje u infrastrukturu bolnica (Kovač, 2013). HZZO je centralna institucija za naplatu i financiranje zdravstvenih usluga, pri čemu sredstva povlači iz državnog proračuna i prihoda od osiguranja obveznika. HZZO provodi obvezno zdravstveno osiguranje po načelima jednakosti i solidarnosti, a također nudi i dopunsko i dodatno osiguranje. Financiranje zdravstvenih ustanova provodi se sklapanjem ugovora između HZZO-a i ustanova na osnovi učinjenih usluga, pri čemu HZZO na godišnjoj razini osigurava oko 80% ukupnih troškova

zdravstvenih ustanova. Ugovorom se definira kupnja zdravstvenih usluga za populaciju obveznog zdravstvenog osiguranja na razinama primarne, sekundarne i tercijarne zaštite, a bolničke ustanove financiraju se kombinacijom fiksnog i varijabilnog mjesečnog udjela, ovisno o isporučenim računima za izvršene usluge. Dodatno, izvanlimitno financiranje usmjereno je na usluge s velikim listama čekanja (HZZO, 2024c).

Do 2005. godine mehanizam plaćanja temeljio se na tzv. “plavoj knjizi” — popisu dijagnostičkih i terapijskih postupaka, dok se od tada koristi model dijagnostičko-terapijskih skupina (DTS) za hospitalizirane bolesnike, odnosno model dijagnostičko-terapijskih postupaka (DTP) kod ambulantnih usluga, gdje se vrijednost koeficijenta za DTP, koja određuje cijenu postupka, regulira od strane države (Pezelj Duliba, 2014; HZZO, 2013), što je prikazano u tablici 1 za CT pretrage i tablici 2 za MR pretrage.

Tablica 1. Model za financijski obračun dijagnostičko – terapijskih postupaka za CT

Šifra DTP-a	Naziv DTP-a	Opis DTP-a	Cijena (EUR)
CT001	CT jedna anatomska regija	Po anatomske regiji. U cijenu je uključeno nativno snimanje i snimanje s kontrastom. Ne uključuje anesteziju. Ne može se obračunati uz CT006.	84,76
CT002	CT mozga/glave	U cijenu je uključeno nativno snimanje i snimanje s kontrastom. Ne uključuje anesteziju.	84,76
CT003	CT kolonoskopija	U cijenu je uključeno nativno snimanje i snimanje s kontrastom. Ne uključuje anesteziju.	101,12
CT005	MSCT koronarografija	Uključuje rad dr. med. spec. kardiologije i dr. med. spec. anesteziologije.	394,55
CT006	CT cijelog tijela	Samo kod politraume. U cijenu je uključeno nativno snimanje i snimanje s kontrastom. Ne uključuje anesteziju. Ne može se obračunati uz CT001.	254,27
CT007	Stereotaksijska biopsija	Uključuje i eventualnu prisutnost dr. med. spec. citologije. Uključuje lokalnu anesteziju. Ne uključuje mamografiju.	938,96

Izvor: Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje (HZZO, 2024a)

Tablica 2. Model za financijski obračun dijagnostičko – terapijskih postupaka za MR

Šifra DTP-a	Naziv DTP-a	Opis DTP-a	Cijena (EUR)
MG001	Magnetska rezonanca (MR) po anatomske regiji	U cijenu je uključeno nativno snimanje i snimanje s kontrastom. Ne uključuje anesteziju.	148,35
MG002	Magnetska rezonanca (MR) 3T - po anatomske regiji	Može se obračunati za jednu anatomske regiju jednom. U cijenu je uključeno nativno snimanje i snimanje s kontrastom. Ne uključuje anesteziju.	148,35

MG003	Magnetska rezonanca (MR) fetusa	U cijenu je uključeno nativno snimanje i snimanje s kontrastom. Ne uključuje anesteziju.	222,41
MG004	Magnetska rezonanca (MR) srca	U cijenu je uključeno nativno snimanje i snimanje s kontrastom. Ne uključuje anesteziju.	326,69
MG005	Magnetska rezonanca (MR) dojki	U cijenu je uključeno nativno snimanje i snimanje s kontrastom. Ne uključuje anesteziju. Ne uključuje trošak igle za MRI biopsiju te rešetke, kita i markera za iglu za MRI biopsiju.	222,41
MG006	Magnetska rezonanca (MR) enterokolonografija	U cijenu je uključeno nativno snimanje i snimanje s kontrastom. Ne uključuje anesteziju.	222,41
MG007	MR urografija (MRU)		91,41
MG008	Funkcionalna MRU (fMRU)		141,48

Izvor: Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje (HZZO, 2024a)

Skupine DTS-a predstavljaju sustav bolničkog obračuna koji ima za cilj smanjenje duljine hospitalizacije i troškova liječenja uz povećanje sustava kvalitete usluge (Strizrep, n.d.). Američki tim stručnjaka razvio je sustav pod nazivom Diagnosis Related Groups (DRG), čija je temeljna svrha omogućiti standardizaciju i transparentnost plaćanja prema dijagnozi, a ovaj sustav se u hrvatskom zdravstvu primjenjuje od 2006. godine, isprva kao pilot projekt, a danas kao sastavni dio obračuna bolničkih usluga (DRG, 2019; Strizrep, n.d.). DTS klasifikacija određuje kriterije koji grupiraju slične slučajeve po dijagnozi, ishodu liječenja, načinu liječenja, prognozi ishoda te troškovima, i tako omogućuje da skupina bolesnika slične dijagnoze prolazi dijagnostičko-terapijske postupke po jedinstvenom modelu sa sličnim ishodima i oporavkom (WHO, 2016; DRG, 2019). Rezultat takvog sustava je da su troškovi skrbi bolesnika unutar iste skupine jednaki, pa HZZO bolnici za takav slučaj isplaćuje isti iznos naknade, budući da su i troškovi liječenja i skrbi jednaki (Strizrep, n.d.). Pravila grupiranja temelje se na modelu Međunarodne klasifikacije bolesti (WHO, 2016). Skupine se formiraju primjenom kliničkih kriterija i subjektivnih procjena, kako bi se opravdali troškovi i omogućilo lakše upravljanje zdravstvenom zaštitom (DRG, 2019). Osnovna karakteristika DTS sustava je naplata bolničkih usluga prema periodu korištenja usluge, odnosno iznos naknade temelji se na dijagnozi i isplaćuje se pri otpustu bolesnika iz bolnice. Ako planirano vrijeme boravka (npr. 7 dana) bude produljeno (npr. na 10 dana), iznos plaćen pri otpustu ostaje isti, osim ako dođe do promjene dijagnoze zbog pogoršanja stanja ili novih komplikacija, što tada povlači dodatnu naknadu za novu dijagnozu prema DTS pravilima. Naplata usluga po DTS sustavu smatra se dobrim rješenjem jer omogućuje transparentnost i

utemeljenost naknade na stvarnim podacima, osigurava jednakost plaćanja među bolnicama i pacijentima te primjenjuje klinički prihvatljivu klasifikaciju postupaka. U sustavima u kojima je DTS temelj plaćanja uvijek mora postojati precizno određen iznos naknade, odnosno bazična vrijednost koju određuje država ili HZZO, a izražava se u novčanom iznosu. Razlike i nesrazmjeri u troškovima liječenja pojedinih dijagnoza, primjerice razlika između hospitalizacije zbog glavobolje i transplantacije bubrega, određuju se koeficijentom složenosti liječenja. Konačni iznos plaćanja po DTS-u dobiva se množenjem koeficijenta s bazičnom vrijednošću (Strizrep, n.d.).

2.2. Modeli ugovaranja ciljanih skupina postupaka u svrhu smanjenja liste čekanja

Jednu od najvećih bolničkih ustanova u Hrvatskoj predstavlja KBC Rijeka i kao takva je ključni pružatelj bolničkih i specijalističko-konzilijarnih usluga za područje zapadne Hrvatske. U okviru ugovora zaključenog sa HZZO krajem veljače 2018. godine, KBC Rijeka je obvezan provoditi zdravstvene usluge prema uvjetima HZZO-a, uključujući naplatu pruženih usluga, redovito i transparentno dostavljanje računa za izvršene dijagnostičke i terapijske pretrage po osiguranim osobama, kao i precizan obračun utrošenih materijala i lijekova, s jasnom oznakom odgovornog specijalista za svaku uslugu. Kako bi unaprijedio alokaciju resursa i smanjio liste čekanja na ključne dijagnostičko-terapijske postupke, HZZO je 5. prosinca 2019. izdao naputak kojim definira novi model ugovaranja za devet posebnih postupaka – MR, CT, ultrazvuk srca, Holter-EKG, ultrazvuk dojke, ultrazvuk štitnjače, gastroskopija te operacija katarakte (HZZO, 2019). Ovim modelom ugovaranja predviđeno je financiranje svake pojedinačne usluge isključivo po izvršenju, a kada postoji kapacitet i interes zdravstvene ustanove, moguće je preraspodijeliti ukupno planirani iznos na veći broj zahvata kako bi se dodatno smanjile liste čekanja. Plaćanje po izvršenoj usluzi također osigurava veću transparentnost i vezanost financiranja uz stvarne potrebe i ostvarenu zdravstvenu zaštitu. Odlukom Upravnog vijeća HZZO-a od 30. siječnja 2020. godine definirani su maksimalni godišnji limiti po dijagnostičko-terapijskim postupcima za pojedine zdravstvene ustanove. Za KBC Rijeka, limit za MR postupke utvrđen je na iznos od 551.391,11 kn, a za CT na 700.169,69 kn. Ovi limiti odnose se na zbroj troškova izvršenih usluga po HZZO-ovom šifarniku za ambulantne i polikliničke uputnice te su centralni instrument u transparentnom upravljanju zdravstvenim proračunom na regionalnoj i nacionalnoj razini (HZZO, 2020a). Uputnice izdane za stacionarne (hospitalizirane) pacijente

nisu obuhvaćene ovim ograničenjem i obračunavaju se izvan limitiranih sredstava. Kako bi sustav ostao responzivan na stvarne potrebe stanovništva i dinamične promjene u opterećenju sustava (primjerice povremene skokove lista čekanja za određene postupke), Upravno vijeće HZZO-a u prosincu 2020. korekcijom je povećalo limite za KBC Rijeka – za MR na iznos od 663.057,59 kn, a za CT na 963.754,84 kn (HZZO, 2020b). Ove korekcije osiguravaju kontinuitet financiranja i omogućuju KBC-u Rijeka veću operativnu fleksibilnost u planiranju i pružanju važnih dijagnostičkih pretraga.

Najnoviji podaci, prema Odluci Upravnog vijeća HZZO-a donesenoj na 28. sjednici održanoj 25. lipnja 2025. godine, potvrđuju kontinuitet politike limitiranog ugovaranja, nadopune i optimizacije limita, kao i nastavak praćenja i korigiranja financijskih okvira u realnom vremenu prema aktualnim opterećenjima i ciljevima zdravstvene politike (HZZO, 2025). Time se želi osigurati ravnoteža između proračunske održivosti i visoke razine pristupačnosti ključnih dijagnostičko-terapijskih postupaka. Limiti i odredbe utvrđene ovim odlukama omogućuju učinkovito praćenje, planiranje, fleksibilnost, ali i transparentnost trošenja javnih sredstava. Svi podaci temelje se isključivo na službenim odlukama i nalogima HZZO-a, koji ostaju jedini relevantan i vjerodostojan izvor za ovu tematiku.

Postupci DTP-a čine temelj organizacije i financiranja dijagnostičkih i terapijskih usluga u hrvatskom zdravstvenom sustavu. Uspostavom novog modela ugovaranja i plaćanja, HZZO svake godine definira modele, limite i koeficijente temeljene na analizi potreba, rezultata ustanova i strateškim ciljevima zdravstvene politike (HZZO, 2019; HZZO, 2020a; HZZO, 2020b; HZZO, 2025) Novi model ugovaranja, uveden nalogom HZZO-a iz 2019. godine i kontinuirano ažuriran nizom odluka od 2020. do 2025., omogućuje bolnicama da za određene dijagnostičko-terapijske postupke dobiju planirane financijske limite te im se za izvršene usluge prema šifrniku obračunava naknada isključivo po izvršenju (HZZO, 2019; HZZO, 2025). U praksi to znači da bolnice, primjerice Klinički bolnički centri u Hrvatskoj, svake godine znaju unaprijed koji im je limit za MR, CT, i druge ključne preglede i postupke, a naknade se obračunavaju po važećim iznosima i koeficijentima. Limiti su sastavljeni tako da omogućuje pravednu dostupnost dijagnostike na nacionalnoj razini, spriječe nekontrolirani rast troškova i potaknu bolnice na veći učinak i učinkovitije upravljanje kapacitetima. Istodobno, HZZO kroz odluke i korekcije limita omogućuje ustanovama s većim potrebama dodatno povećanje financijskog okvira u skladu s mogućnostima proračuna i analizom potreba (HZZO, 2020b; HZZO, 2025).

U 2024. i 2025. godini redovito su mijenjani šifrarnici DTP-a te su korigirane osnovne vrijednosti i koeficijenti, čime je osigurana modernizacija sustava i bolje usklađivanje s realnim opterećenjima zdravstvenih ustanova. Također su prošireni popisi dijagnostičko-terapijskih postupaka koji se mogu ugovarati i naplaćivati iz obveznog i dopunskog zdravstvenog osiguranja, čime se podiže kvaliteta usluge, skraćuju liste čekanja te povećava transparentnost i financijska odgovornost bolničkih centara (HZZO 2024a; HZZO 2025; NN 118/2024; NN 16/2025). Važna novost je i fleksibilna preraspodjela dopuštenih sredstava – financijski okviri više nisu statični, već HZZO prema realnim potrebama i ostvarenim učincima može tijekom godine izvršiti korekcije, povećanja ili prelijevanja između ustanova u svrhu boljeg odgovora na pritiske i potrebe pacijenata (HZZO, 2025). Time se dodatno potiče učinkovitost onih centara koji preuzimaju veći broj pacijenata ili skraćuju liste čekanja u regijama s povećanim opterećenjem. Sve donesene odluke, izmjene i koeficijenti sustavno se objavljuju na mrežnim stranicama HZZO-a, u Narodnim novinama i službenim javnim bazama, čime se podiže razina transparentnosti i osigurava dosljednost provedbe modela diljem Hrvatske. Ovim pristupom HZZO i zdravstvene ustanove osiguravaju održivo, transparentno i kvalitetno upravljanje dijagnostičko-terapijskim postupcima u korist svih pacijenata, ali i stabilnosti i razvoju zdravstvenog sustava.

3. LISTE ČEKANJA U ZDRAVSTVENOM SUSTAVU

Liste čekanja u zdravstvenom sustavu predstavljaju sustavne popise pacijenata kojima je potrebna određena medicinska usluga, a koji u trenutku potrebe ne mogu odmah pristupiti tretmanu zbog ograničenja resursa, kao što su broj liječnika, dostupnost medicinske opreme, operacijskih sala ili bolničkih kreveta. Ključan uzrok pojavnosti listi čekanja jest neravnoteža između rastuće potražnje za uslugama – često potaknute demografskim promjenama (npr. starenjem stanovništva) te širenjem indikacija za skupe, sofisticirane zahvate – i mogućnosti zdravstvenih sustava da pravovremeno odgovore na tu potrebu (Goh i Ho, 2023). Organizacija i transparentnost listi čekanja odavno su postale indikator uspješnosti zdravstvene politike, dok predugo čekanje može dovesti do pogoršanja kliničkog ishoda, nezadovoljstva pacijenata, veće potrošnje zdravstvenih resursa i pada povjerenja u sustav (OECD, 2013; Martinez de Pancorbo i Moral, 2001; NIHR, 2024; Reichert i Jacobs, 2018). Liste čekanja najčešće se vode za specifične dijagnostičke postupke, specijalističke preglede i elektivne kirurške zahvate. Važno je razlikovati dvije osnovne razine čekanja: naručivanje za specijalistički pregled (prvi pregled nakon upućivanja od obiteljskog liječnika) i čekanje na sam zahvat ili terapiju, nakon što je dijagnoza postavljena ili operacija odobrena. Metode mjerenja čekanja uključuju ukupni broj osoba na listi te vrijeme od upisa do izvršenja usluge (prosječno, srednje i maksimalno), kao i postotak pacijenata koji čekaju dulje od nacionalno zadanih standarda. Pravilno vođenje i ažuriranje listi zahtijeva digitalizirane informacijske sustave, redovite revizije te jasno definirane kriterije ulaska, izlaska i prioritetizacije slučajeva, kako bi se izbjeglo nepošteno ili neefikasno korištenje resursa (McIntyre i Chow 2020; Martinez de Pancorbo i Moral, 2001). Problemi povezani s listama čekanja uključuju nepredvidive i često nepravedne redove, neujednačene kriterije procjene hitnosti i koristi od tretmana te povećanu administrativnu složenost. Dugotrajna čekanja demonstriraju negativan utjecaj na zdravlje, osobito kod progresivnih bolesti ili stanja koja uzrokuju bol, invaliditet i pad kvalitete života. Brojna istraživanja pokazuju da pacijenti na dužim listama čekanja češće koriste hitne službe, zahtijevaju dodatne preglede i ponovljene konzultacije, a sve to povećava ukupne troškove za zdravstveni sustav (NIHR, 2024). Upravljanje listama čekanja fokusira se na unapređenje organizacije rada i efikasniju raspodjelu ograničenih kapaciteta. Strategije uključuju centralizaciju i transparentnost podataka, implementaciju prioriternih protokola i trijaže, optimizaciju procesa – uključujući poboljšano zakazivanje zahvata, fleksibilno radno vrijeme te aktivno upravljanje godišnjim odmorima zdravstvenog osoblja – kao i redovite

revizije s ciljem uklanjanja neaktivnih uputnica i već obavljenih pretraga u drugim ustanovama kod pacijenata s listi. U posljednje vrijeme u praksi se sve više koristi informacijska tehnologija koja omogućuje brzu analizu podataka, predikciju vremena čekanja i automatsku obavijest pacijenata, čime se povećava transparentnost i učinkovitost sustava (OECD, 2013; CEZIH 2025a). Međunarodna iskustva nedvosmisleno pokazuju da su skandinavske zemlje, Velika Britanija, Kanada i Australija kroz uvođenje centraliziranih sustava upravljanja listama čekanja, javnog izvještavanja o vremenima čekanja po regijama, snažnijeg investiranja u ljudske i tehničke resurse te jasnog definiranja prava i obveza korisnika značajno smanjile vrijeme čekanja i podigle razinu zadovoljstva korisnika (OECD, 2013; Martinez de Pancorbo i Moral, 2001; OECD, 2020; van Ginneken et al., 2022). Sustavna evaluacija politika, uključujući praćenje, financijske poticaje i transparentnost, ključna je za učinkovitost i pravednost zdravstvenih sustava. Liste čekanja upravljaju se putem radnih knjiga ili informatičkih sustava koji bilježe upis i dinamiku pacijenata, pružajući alat za planiranje zdravstvenih resursa i određivanje prioriteta. Razina problema najčešće je definirana vremenom čekanja, koje se nastoji svesti na minimalnu prihvatljivu mjeru. Broj pacijenata na listama i trajanje čekanja snažno utječe na javnu percepciju zdravstvenog sustava, dok su ustanove pozvane ozbiljno optimizirati poslovne procese radi smanjenja vremena čekanja i samih listi (Chandra, 2017; OECD, 2020). U literaturi se ističu ekonomsko-socijalni aspekti: duge liste čekanja su najčešće rezultat nesrazmjera ponude i potražnje, nedostatka ljudskih resursa, upravljačkih slabosti, logističkih “uskih grla” i netransparentnih ili neažurnih lista čekanja (Teichgräber et al., 2003). Veća potražnja u uvjetima ograničenih kapaciteta produljuje vrijeme čekanja, posebice kod starenja stanovništva te širenja indikacija za nove tehnologije i dijagnostiku (van Ginneken et al., 2022; OECD, 2020; Goh i Ho, 2023). Skandinavske i anglosaksonske zemlje pritom ulažu u digitalna rješenja, centralizirane platforme za upravljanje listama i bolju raspodjelu radne snage, dok Italija i Švedska dodatno integriraju financijske poticaje i EU strukturne fondove. Medicinski, socijalni i etički aspekti prioritetizacije posebno su važni: kriteriji uključuju stanje pacijenta, emocionalne, socijalne i rizike za zdravlje, a odluke o redu čekanja temelje se na dokazima i stručnim smjernicama, uz zaštitu transparentnosti i prava pacijenata (Teichgräber et al., 2003; Zakon o zaštiti prava pacijenata, NN 169/2004; OECD, 2020). Na razini EU, naglasak je na solidarnosti, pravičnosti i jednakom pristupu zdravstvenoj zaštiti, dok Konvencija Vijeća Europe o ljudskim pravima i biomedicini (NN 13/2003) i Opća deklaracija Ujedinjenih naroda potvrđuju pravo na pristup kvalitetnoj zdravstvenoj zaštiti (NN 12/2009). Novija literatura kao što je OECD-ovo izvješće iz 2020. potvrđuju porast ulaganja u

digitalizaciju, razvoj transparentnih baza podataka, praćenje listi čekanja kroz javno dostupne izvještaje i prilagodbu sustava prema potrebama pacijenata i regionalnim razlikama.

3.1. Radiološka dijagnostika – položaj i specifičnosti u pružanju zdravstvenih usluga

Radiološka dijagnostika danas zauzima nezamjenjivu i ključnu ulogu u svim suvremenim zdravstvenim sustavima. Bez radioloških tehnologija nema ni potpune dijagnostike ni praćenja većine bolesti – od prevencije i ranog otkrivanja, preko planiranja i praćenja ishoda liječenja, do minimalno invazivnih terapijskih postupaka. Razvoj i sofisticiranost radiološke opreme te stručnost radiološkog osoblja neizostavan su preduvjet kvalitetne i pravovremene zdravstvene skrbi (Lepri et al., 2024). Radiološka dijagnostika služi kao „oči“ moderne medicine. Gotovo da nije moguće učinkovito liječiti onkološke, neurološke, kardiovaskularne, ortopedske i druge bolesti bez pouzdanog rendgenskog, ultrazvučnog, CT, MR, ali i pozitronske emisijske tomografije (PET), jednofotonske emisijske kompjutorizirane tomografije (SPECT) ili angiografskog oslikavanja ljudskog tijela (Najjar et al., 2023). U hitnoj medicini, radiologija omogućuje brzu identifikaciju i diferencijaciju životno ugrožavajućih stanja (traume, moždani udari, plućne embolije, rupturirane aneurizme i sl.). U rutinskoj kliničkoj praksi, jasnoća nalaza usmjerava sve važne kliničke odluke i određuje terapijski put pacijenta (Adenova et al., 2024).

Osim dijagnostičke, radiologija ima i vitalnu terapijsku funkciju – posebice u području intervencijske radiologije, gdje se kroz slikovno navođene procedure (npr. angioplastike, embolizacije, punkcije, biopsije) brzo i učinkovitije saniraju brojna stanja koja su prethodnih desetljeća zahtijevala znatno agresivnije i rizičnije kirurške postupke (Mashoufi i Mashoufi, 2023). Radiološki odjeli organizirani su kao visokospecijalizirane jedinice s timskim, često multidisciplinarnim radom radiologa, radiološkog tehnologa (RT), medicinskih tehničara i subspecijalista. Osim različitih modaliteta (npr. dijagnostička i intervencijska radiologija, dječja radiologija, neuroradiologija, onkoradiologija), karakterizira ih i integrirana suradnja s drugim kliničkim disciplinama – kirurgijom, internom medicinom, onkologijom, neurologijom i dr. (Al Jaber et al., 2017). Sve veće opterećenje dolazi sa zahtjevom za brzim i preciznim očitanjem velikog broja složenih pretraga. Radiolozi su svakodnevno izloženi velikim količinama podataka koji zahtijevaju analitičku preciznost i brzo donošenje kliničkih zaključaka, pri čemu se oslanjaju na specijalizirane informatičke sustave (BIS, RIS, PACS)

koji omogućuju sigurnu pohranu, obradu i prijenos radioloških slika i nalaza na razini čitave ustanove, regije ili države (Kovacs et al., 2019). Radiologija je jedno od najsnažnije digitaliziranih područja medicine. Uvođenjem teleradiologije, odnosno tumačenja snimaka i izvan matične ustanove, omogućilo je osiguranje 24-satne pokrivenosti očitavanja, poboljšanje dostupnosti radioloških usluga u udaljenim ustanovama što omogućuje jednaku raspoloživost najvažnijih dijagnostičkih metoda (Chandramohan et al., 2023). U posljednjih nekoliko godina umjetna inteligencija (UI) postupno postaje integralni dio radioloških procesa: koristi se za automatsku detekciju i kvantifikaciju promjena, prepoznavanje patologije na slikama, mjerenje tumora ili krvarenja, strojno tumačenje nalaza i predviđanja ishoda. Radiološki odjeli za implementaciju UI trebaju primarno procijeniti kliničku relevantnost UI proizvoda, odnosno usklađenost specifičnih funkcionalnosti sustava s potrebama i ciljevima odjela (Alis et al., 2024; Lobig et al., 2024). Studije pokazuju da UI doprinosi smanjenju lažno pozitivnih i lažno negativnih nalaza, smanjuje varijabilnost između stručnjaka i ubrzava analizu velikih serija slika (Najjar et al., 2023; Chandramohan et al., 2023). Radiološka dijagnostika suočava se i sa znatnim izazovima poput kroničnog nedostatka radiologa na globalnoj razini, nesrazmjera između potražnje i dijagnostičkih kapaciteta, stalnog tehnološkog napretka koji zahtijeva kontinuiranu edukaciju te potrebom za standardizacijom protokola i osiguranjem kvalitete. Poseban naglasak stavlja se na zaštitu privatnosti i sigurnost podataka, budući da radiološke slike i nalazi čine temelj elektroničkog zdravstvenog zapisa svakog pacijenta (Goh i Ho 2023, Najjar et al., 2023). Radiolozi su sve više i aktivni članovi multidisciplinarnih timova za planiranje i provedbu personalizirane i precizne medicine, a njihovo stručno mišljenje postaje nerijetko presudno za pravodobnu i uspješnu zdravstvenu skrb (Al Jaber et al., 2017).

U okviru dijagnostičkog procesa, radiološki tehnolog ima ključnu ulogu u neposrednoj provedbi svih faza medicinskog snimanja. On je odgovoran za pripremu medicinske opreme i uređaja, pravilno i sigurno pozicioniranje pacijenta, kao i za provođenje dogovorene dijagnostičke procedure u skladu s važećim protokolima (ESR, 2025). Tijekom pregleda, radiološki tehnolog aktivno nadzire kvalitetu snimke i sigurnost pacijenta, istovremeno brine o pravodobnoj komunikaciji, udobnosti i psihološkoj potpori pacijentu. Njegove odgovornosti obuhvaćaju i pripremne radnje prije pretrage te dokumentiranje izvršenih postupaka i inicijalnih opažanja. Cjelokupno vrijeme koje pacijent provede u dijagnostici pod kontrolom radiološkog tehnologa uključuje tehničku pripremu, samu izvedbu pretrage i završnu kontrolu kvalitete nalaza (Almehmadi et al., 2024; Makanjee et al., 2023; Mayo Clinic College of

Medicine, n.d.). Ova uloga zahtijeva stalno stručno usavršavanje i rad prema najvišim standardima sigurnosti, čime se značajno doprinosi pouzdanoj i efikasnoj dijagnostičkoj obradi pacijenata.

Radiološka dijagnostika predstavlja jedinstvenu sponu kliničke medicine, tehnologije i digitalne transformacije, koja je svakodnevno izložena izazovima, ali i novim mogućnostima. Njezina centralna uloga u dijagnostici, terapiji i prevenciji bolesti čini je neizostavnom za kvalitetno i održivo zdravstvo budućnosti.

3.2. Liste čekanja na radiološke dijagnostičke zahvate

Svaka radiološka pretraga mora imati jasno definiranu kliničku indikaciju, osobito kod složenih pretraga gdje postoji lista čekanja. U takvim slučajevima, radiolog je dužan na temelju pregleda medicinske dokumentacije odrediti stupanj hitnoće i primijeniti odgovarajući protokol skeniranja, koji se može bitno razlikovati i kod naizgled istih pretraga (Tay et al., 2025). Primjerice, MR mozga kod bolesnika koji je na kontrolnom pregledu nakon ekstirpacije tumora obično traje više od sat vremena, dok za pacijenta s dijagnozom „glavobolja“ snimanje može trajati znatno kraće, ponekad i do 20 minuta, prema pojednostavljenom protokolu skeniranja. Smjernice i protokoli snimanja nalaze se uglavnom u kliničkim priručnicima na radiološkim odjelima po preporuci i smjernicama europskog udruženja radiologa (ESR, 2025). Navedeni protokoli naručivanja izravno utječu na satnicu i raspored naručivanja bolesnika u okviru smjene. U praksi to znači da se bolesnik ne može naručiti na složene dijagnostičke pretrage poput CT-a ili MR-a bez prethodne analize dokumentacije. Ako je dokumentacija neadekvatna ili nepotpuna, dolazi do značajnog usporavanja procesa i pacijent zapravo nije ni upisan na listu čekanja dok se ne riješi pitanje točnosti i potpunosti podataka za željenu pretragu. Često administrativno osoblje mora naknadno kontaktirati pacijente radi dopune dokumentacije, što izaziva dodatne zastoje osobito kada pacijent ne odgovara na pozive ili su podaci o kontaktu netočni. Digitalizacija je dodatno otežala izravnu komunikaciju s pacijentima i njihovim liječnicima, jer radiologija uglavnom zaprima e-uputnice posredstvom informatičkog sustava HZZO-a, bez mogućnosti jednostavne povratne informacije liječniku ili pacijentu. Dostupnost relevantne medicinske dokumentacije ključna je za procjenu stupnja hitnoće i usmjeravanje protokola skeniranja, što se neposredno reflektira na učinkovitost listi čekanja i pravovremenost dijagnostike (Tay et

al., 2025). Jedan od prijedloga za rješavanje ovih izazova jest integracija radioloških službi s CEZIH platformom, gdje bi radiolozi mogli izravno pregledavati kliničke podatke, uključujući A5 uputnice (konzilijarno mišljenje liječnika obiteljske medicine). Ova vrsta uputnice regulirana je Odlukom o pojedinim oblicima zdravstvene zaštite iz obveznog zdravstvenog osiguranja HZZO (NN 127/2019). Ova dvosmjerna komunikacija s liječnikom upućivačem omogućila bi ciljano prikupljanje relevantnih kliničkih informacija i unaprijedila kvalitetu indikacije za dijagnostičku pretragu. Primjena racionaliziranih smjernica pri upućivanju na radiološke dijagnostičke zahvate već godinama je međunarodni standard u zemljama koje su uočile da zdravstveni sustav ne može održivo podnijeti stalni porast složenih dijagnostičkih pretraga. Korištenje jasnih smjernica i protokola rezultiralo je stabilizacijom broja CT i MR pretraga u razvijenijim zdravstvenim sustavima, bez negativnog utjecaja na kliničke ishode (OECD, 2020; Tay et al., 2025; ESR, 2025). Međutim, cijeli sustav postaje izrazito ranjiv kada neindikacije i nepotpune ili nepotrebne pretrage opterećuju radiološke službe, što povećava rizik od lažno pozitivnih i lažno negativnih nalaza i uzrokuje kašnjenja za pacijente kojima je dijagnostika hitno potrebna (Wang et al., 2018). Najveći rizik nastaje kada bolesnici hitne indikacije nisu prepoznati, jer se u moru e-uputnica bez kliničkih podataka njihove potrebe mogu previdjeti. Iako je e-uputnica pozitivna inovacija (osobito u vrijeme epidemioloških ograničenja), nedostatak potpune i edukativne podrške za njenu primjenu produljuje ukupni proces naručivanja i povećava liste čekanja (OECD, 2020).

Izravna i stalna komunikacija radiologa s liječnicima koji upućuju značajno bi poboljšala ciljanost pretraga, smanjila liste čekanja i povećala ukupnu učinkovitost i kvalitetu radioloških nalaza, usmjeravajući dijagnostiku na odgovore koji su klinički najrelevantniji (Tay et al., 2025).

Toskana je provela istraživanje na 12 zdravstvenih ustanova koje pružaju usluge MR i CT za 3,7 milijuna stanovnika. Koristeći administrativne podatke o ambulantnim pacijentima i anketne podatke o bolničkim dijagnostičkim pregledima, izmjerili su produktivnost. Zaključeno je da postoji značajna razlika u broju pretraga te vremenu čekanja na pretragu. Prikazali su također kako trajanje nekih postupaka, kao npr. CT mozga, u pojedinim regijama značajno odstupa od drugih (Nuti i Vainieri, 2012). Do sličnih rezultata došli su i Hofmann i sur. (2021) koji su uočili kako postoje velike geografske i regionalne razlike u korištenju radiološke dijagnostike, što ukazuje na nedovoljnu ili prekomjernu upotrebu radiološkog snimanja. Na međunarodnoj se razini procjenjuje da 20-50% radioloških pretraga predstavlja pretjerano korištenje, odnosno da kontrolni pregledi bez promjena zdravstvenog stanja

pacijenta nemaju nikakvu kliničku korist. Kako bi se posve smanjile liste čekanja, autori predlažu sprečavanje nepotrebnog ponavljanja pretraga te prekid onog pregleda koji ne daje dostatne informacije o pacijentu i njegovoj bolesti. Također naglašavaju potrebu za obustavljanjem pretraga koje sadrže lošu dijagnostičku vrijednost. Problem iskoristivosti MR dijagnostike prikazuje i studija koju su proveli Tokur i suradnici (2012) u smislu poboljšanja procesa s preporukama da se priprema pacijenta, posebno postavljanje perifernog venskog puta, izvodi izvan prostorije magneta, kao i bolji sustav organizacije prilikom otkazivanja ili kašnjenja pacijenta na pretragu. Veliki zdravstveni sustavi u kojima se obavlja bolnička i ambulantna usluga dodatno opterećuju liste čekanja. Naime, istraživanje provedeno u Irskoj navodi da bolničke pretrage u prosjeku troše 23% više vremena od ambulantnih pretraga, posebno na CT uređaju, što je preporuka za odvajanje bolničkih i izvanbolničkih CT usluga kako bi se riješio problem rastućih lista čekanja na CT (Conlon, 2023).

Unatoč kliničkoj potrebi za dijagnostikom, pacijenti ponekad izostanu sa zakazanog termina. Nedolazak pacijenata na zakazanu pretragu veliki je problem iz nekoliko razloga: ugrožava planiranje resursa zdravstvene usluge, oduzima mjesto potrebitim pacijentima te produžuje listu čekanja ponovnim naručivanjem. Studija koju su u Litvi proveli Zykiene i Kalibatas (2022) na ispitanicima koji nisu došli na pregled, temeljena je na telefonskom upitniku 389 ispitanika te pokazuje da su najčešći razlozi nedolaska na pregled pogoršanje zdravstvenog stanja (24,69%), neutvrđeni osobni problemi (14,91%), problemi na poslu (13,96%) i neznanje o terminu (11,82%). Rizik nedolaska pacijenta na pregled može se smanjiti uvidom u medicinsku dokumentaciju, redovitim pozivanjem nekoliko dana prije pretrage te podsjetnikom na sam dan pregleda (Valero Bover et al., 2022). Istraživanjem čimbenika spola i obrazovanja koji povezuju nepojavljivanje i pomicanje termina pretrage za MR opisali su AlRowali i sur. (2016) u Saudijskoj Arabiji. Cilj istraživanja bio je procijeniti stopu nedolazaka ili kašnjenja na pretragu MR. U studiju su bila uključena ukupno 904 ambulantna pacijenta i stopa je nedolazaka bila 34,8 %. Studija je također pokazala da je kod žena veći postotak neodazivanja na zakazanu pretragu jednako kao i kod osoba bez osnovnog formalnog obrazovanja. Najveći razlog nepristupanja pretragama bio je nedostatak jasnih uputa koje se odnose na postupak pregleda te prijevoz na zakazani pregled magnetske rezonancije.

Prioritetne usluge za MR i CT imaju pacijenti malignog oboljenja kojima su pretrage od velikog značaja za kontrolu terapije u kratkom vremenskom periodu. U Mađarskoj su 2020. godine za takve pacijente omogućili dodatna financijska sredstva kako bi što kraće čekali na

pregled. Vrijeme čekanja se za takve pacijente smanjilo (na oko 13 dana) što ukazuje da se ciljanim projektima vrijeme čekanja do radiološke dijagnoze može znatno skratiti (Papp et al., 2023). Nadalje, u javnom sektoru vrlo je važno procijeniti hitnoću usluge MR i CT pretraga kod različitih vrsta bolesti. Sve više država uvodi klasifikacijske sustave za određivanje prioriteta usluga razvijanjem smjernica i uvođenjem različitih listi čekanja ovisno o statusu bolesti pacijenta. Uvođenjem klasifikacijskog niza određuje se bitnost provedbe pretrage (vrlo hitni, hitni, prijam u roku 30 dana, 90 dana i 12 mjeseci) (Siciliani i Verzulli, 2009). Detaljnim opisivanjem radnog procesa predlažu se poboljšanja ili promjene unutar struktura pojedinih djelovanja rada. Prilikom uvođenja promjena posljedično se može javiti dodatni problem koji nije predviđen u realizaciji poboljšanja. Za sigurnije provođenje, odnosno uvođenje promjena, potrebno je koristiti metode za predviđanje učinaka prije uvođenja promjena u radni proces (Teichgräber et.al., 2003).

3.3. Informacijski sustav i transparentnost lista čekanja

Medicinski djelatnici nerijetko postaju svjesni nedostataka i problema u internim procesima tek na temelju pritužbi pacijenata, što ukazuje na ozbiljne slabosti u trenutnim sustavima za upravljanje listama čekanja i općom transparentnošću podataka. Mnogi radiološki informacijski sustavi (RIS) i bolnički informacijski sustavi (BIS) često prikazuju vrijeme čekanja na neprecizan ili teško čitljiv način, što otežava kvalitetno praćenje i upravljanje dijagnostičkim procesima. Dodatno, kada se podaci vode ručno, analiza vremenskih raspona zbog učestalih netočnosti i neujednačenih zapisa postaje gotovo nemoguća, čime se dodatno smanjuje mogućnost pravovremenog prepoznavanja i rješavanja uskih grla (Escher et al., 2019; OECD, 2020). Neravnoteža između ponude i potražnje za zdravstvenim uslugama pokrenula je brojne rasprave o određivanju prioriteta na listama čekanja u većini europskih i naprednijih svjetskih zdravstvenih sustava. U odgovoru na te izazove, mnoge zemlje razvile su nacionalne smjernice za određivanje prioriteta, kao što su Nizozemska, Danska, Finska, Španjolska, Portugal, Norveška i Švedska u Europi te Novi Zeland, Oregon (SAD) i Ontario (Kanada) izvan Europe (OECD, 2020; Sabik i Lie, 2008). U većini sustava ključno pitanje je bilo uspostaviti transparentne, objektivne i pravedne kriterije prema kojima će se pacijenti rangirati na listama čekanja. Najviše se ističe skandinavski pristup (Švedska, Finska, Danska), koji za glavni kriterij prioriteta postavlja težinu zdravstvenog stanja, svakako uzimajući u obzir dokazano medicinsko stanje i potrebu za dijagnostikom ili liječenjem. Međutim, važnost

se u pojedinim modelima daje i drugim demografskim i funkcionalnim kriterijima, poput dobi, radnog statusa ili svrhe te očekivanog ishoda liječenja (Barra, 2020; OECD, 2020). Integracija automatiziranih informacijskih sustava sa standardiziranim algoritmima za rangiranje postaje sve važnija – ne samo radi veće transparentnosti i ubrzavanja protoka informacija već i zbog reduciranja subjektivnosti i podizanja ukupne kvalitete planiranja i pružanja zdravstvene zaštite (OECD, 2013; 2020; Khosravi et al., 2025).

U Hrvatskoj je transparentnost lista čekanja značajno unaprijeđena uvođenjem CEZIH-a i povezivanjem svih ustanova na nacionalnu platformu, što omogućuje praćenje i javnu objavu listi čekanja za ključne dijagnostičke i terapijske postupke (CEZIH, 2025a). HZZO redovito objavljuje podatke o listama čekanja na svojim mrežnim stranicama, uključujući razlog zašto pacijent čeka, koliko dugo te koliko je pacijenata na pojedinoj listi za određenu uslugu na razini svake ustanove. Ovo omogućuje zdravstvenim djelatnicima, da u realnom vremenu prate statistiku i donose bolje odluke o usmjeravanju i organizaciji dijagnostike (CEZIH, 2025a; HZZJ, 2023). Unatoč ovim koracima, i dalje su prisutne prepreke u sveobuhvatnoj transparentnosti i stvarnoj ažurnosti podataka, zbog razlika u informatičkoj opremljenosti ustanova, neujednačene regulacije unosa i ažuriranja podataka te nesavršenog povezivanja podataka između različitih platformi i informacijskih sustava (Alizadeh et al., 2025). Svjetska i europska iskustva pokazuju da daljnji iskorak treba uključiti javno objavljivanje agregiranih pokazatelja vremena čekanja, rezultate procesnih audita, rangiranja ustanova po učinkovitosti i razvoj dvosmjerne digitalne komunikacije između ustanova, pacijenata i osiguranja, kako bi se stvorio održivi i vjerodostojan sustav transparentnosti (OECD, 2020)

3.4. Specifični zdravstveni uvjeti i njihov utjecaj na liste čekanja – slučaj Covid-19

Organizacija za ekonomsku suradnju i razvoj (OECD) međunarodna je organizacija usmjerena na razvoj politika koje unaprjeđuju prosperitet, dobrobit i jednakost svih građana, surađujući s vladama i društvom na donošenju međunarodnih standarda i rješenja temeljenih na dokazima za brojne društvene, ekonomske i zdravstvene izazove (OECD, 2020). U većini zemalja članica OECD-a duga čekanja na zdravstvene usluge predstavljaju značajan politički i društveni izazov. Posljednja dva desetljeća svjedoče raznim mjerama usmjerenim na skraćivanje listi čekanja, uključujući dodatna financijska ulaganja, sustavno javno izvještavanje i prioritizaciju prema hitnosti (OECD, 2020; Sabik i Lie, 2008; Martinez de Pancorbo i Moral,

2001). Vrijeme čekanja na određene zdravstvene usluge stagniralo je između 2010. i 2019., a neposredno prije pojave COVID-19 pandemije u nekim je državama započeo trend porasta čekanja, što je pandemija dodatno pogoršala (van Ginneken et al., 2022; OECD, 2020). Pandemija COVID-19 posebno je utjecala na neočekivano povećanje listi čekanja, pogotovo za slučajeve koji nisu hitni. Mnoge zemlje osmislile su strategije za proširenje kapaciteta, povećanje ulaganja i bolje upravljanje prioritetima kako bi smanjile nagomilane zaostatke. Primjerice, Irska je početkom 2022. pokrenula Akcijski plan za liste čekanja s ciljem obnove pristupa zdravstvenoj skrbi za 1,7 milijuna pacijenata koji tijekom pandemije nisu koristili usluge zbog epidemioloških mjera (Government of Ireland, 2022). Plan se temelji na dodatnim ulaganjima, unapređenju sustava praćenja i evaluaciji protokola upravljanja prioritetima. Izvještaji WHO-a i Europske komisije potvrđuju da je gotovo svaka zemlja izvijestila o značajnim zastoјima i kašnjenju ne-hitnih zahvata i dijagnostike, što je dovelo do pogoršanja stanja velikog broja pacijenata, produljene rehabilitacije i, u nekim slučajevima, sniženih stopa preživljenja (WHO/Europe, 2022; van Ginneken et al., 2022). Vraćanje bolničke aktivnosti na pretpandemijske razine pokazuje se nedostatnim za brzu sanaciju zaostalih lista, osobito u uvjetima trajnog rasta potražnje i sve većih potreba starije populacije te bolesnika s višestrukim kroničnim bolestima. (OECD, 2020; van Ginneken et al., 2022).

Nakon COVID-19, dodatni izazov predstavlja i pojava tzv. „dugog Covida“, koji povećava pritisak na zdravstveni sustav i generira novu potražnju za dijagnostikom i liječenjem, čime dodatno utječe na već postojeće liste čekanja (OECD Health Working Papers, 2024). Relevantna europska i nacionalna tijela već su uspostavila stručne odbore i multidisciplinarne pristupe u ispitivanju kriterija za upis na liste čekanja, njihove negativne učinke i optimalne strategije za smanjenje vremena čekanja uz poštivanje načela jednakosti i nediskriminacije. Najnovije reforme i nacionalne strategije diljem EU i OECD područja, ističu ulaganja u digitalno praćenje, bolju komunikaciju i koordinaciju između razina skrbi, osnaživanje primarne zdravstvene zaštite te transparentno izvještavanje svim dionicima, što je ključno za kvalitetu i održivost zdravstvenih sustava u uvjetima rastuće potražnje i nepredviđenih kriznih situacija (OECD, 2020; van Ginneken et al., 2022; WHO/Europe, 2022; Martinez de Pancorbo i Moral, 2001).

3.5. Poslovni procesi i protokoli specijalističkih zdravstvenih usluga

Duge liste čekanja za specijalističke zdravstvene usluge, posebno za sofisticirane dijagnostičke pretrage poput MR i CT, predstavljaju jedan od najznačajnijih uzroka nezadovoljstva pacijenata i izazov za upravljanje bolničkim resursima. (Hofmann et al., 2023; Biloglav et al., 2020.) Optimizacija tih poslovnih procesa nužna je kako bi sustav postao učinkovitiji, transparentniji i prihvatljiviji za pacijente. Početak svakog poboljšanja procesa temelji se na pravilnom definiranju problema, kao što su stvarno trajanje čekanja, uzroci gomilanja listi, resursna ograničenja i identificiranje mogućih promjena koje mogu rezultirati smanjenjem čekanja (Teichgräber et al., 2003; AlRowaili et al., 2016). Uspješno upravljanje listama čekanja zahtijeva detaljno mapiranje i opis postojećih radnih procesa. Prvi praktičan korak je analiza toka pacijenata, od prijema i naručivanja preko raspodjele resursa (osoblja, uređaja, prostorija) do samog završetka dijagnostičkog postupka i izdavanja nalaza. Identificiranje slabih točaka - uskih grla, viškova aktivnosti ili zastoja zbog neadekvatne dokumentacije - osnova je svakog prijedloga za promjenu (Antonacci et al., 2021; Rogg et al., 2017; Banks et al., 2010).

Kod jednostavnijih ustanova s manjim timom i manjom dinamikom, moguće je promjene uvoditi direktno u svakodnevni rad. No, u većim ili kompleksnijim sustavima, kao što su radiološki odjeli u velikim bolnicama, preporučuje se upotreba naprednih metoda predviđanja učinaka, poput simulacijskih modela i mrežnog planiranja („kritičnog puta“). Simulacije omogućuju vizualizaciju cijelog procesa te kvantitativnu procjenu utjecaja svake reorganizacije ili inovacije na ključne pokazatelje: vrijeme čekanja, iskorištenost resursa, trošak i kvalitetu usluge (Teichgräber et al., 2003; Banks et al., 2010; Kelton et al., 2014). Jedan praktičan primjer u radiološkoj praksi uključivao je simulaciju različitih scenarija naručivanja i izvođenja MR pretraga. Pregledi su grupirani po anatomskim regijama i vrstama pretraga te se npr. utorkom i četvrtkom radila isključivo MRCP (MR kolangiopankreatografija). Time se povećala efikasnost, postignuto predvidljivije korištenje uređaja te smanjenje prosječnog vremena čekanja i do 40%. Grupiranje i precizno slotiranje termina omogućuje bolju kontrolu dnevnih opterećenja i optimalnije planiranje osoblja i opreme (Teichgräber et al., 2003).

Drugi važan pristup je primjena tehnologije mrežnog plana, odnosno „kritičnog puta“, koja omogućuje praćenje svakog zadatka od početka do kraja, identifikaciju kritičnih točaka (uska grla) i pronalaženje optimalnog reda aktivnosti. Korištenje mrežnog planiranja u kliničkom

okruženju omogućilo je timovima skraćanje vremena čekanja za CT pretrage sa šest na jedan tjedan, povećanje protoka pacijenata za 50% te smanjenje troškova za čak 25%. Uspješne reorganizacije dovode do skraćivanja prosječnog vremena izvođenja pretrage (npr. s 50 na 35 minuta po pacijentu), povećanja broja dnevnih termina i bolje raspodjele osoblja (Rhea et al., 1994; Hofmann, 1993; Perotte et al., 2018, Harrington, 2022). Napredni informacijski sustavi i aplikacijski programi danas omogućuju digitalizaciju, automatizirano izračunavanje optimalnih rasporeda, vizualizaciju opterećenja te brzo prepoznavanje odstupanja u stvarnom vremenu. Time se postiže ne samo bolja iskorištenost opreme i ljudskih resursa, već i transparentno izvještavanje upravi i nadležnim institucijama (Kelton et al., 2014). Za povećanje točnosti i objektivnosti podataka o ulasku i izlasku pacijenata iz radioloških dijagnostičkih odjela, idealno rješenje je primjena suvremenih tehnologija poput Beacon sustava koji koriste Bluetooth prijenos. Ova tehnologija omogućuje da se svakom pacijentu pri dolasku dodijeli odašiljač, dok se prijemnici postavljaju na ključnoj točki prijema te na izlazu iz radiologije. Takvim pristupom omogućuje se visoko točno praćenje lokacije, stvarno trajanje boravka i protoka pacijenata kroz odjel u realnom vremenu. Dobiveni podaci omogućuju vizualizaciju, analizu i optimizaciju procesa rada, smanjujući subjektivnost i pogreške administrativnih unosa (Escher et al., 2019).

Procesni pristup temeljen na simulacijama obuhvaća definiranje cilja i problema, utvrđivanje procesa i resursa, mjerenje svih ključnih parametara (vrijeme svakog pojedinog koraka, učestalost procesa, trajanja čekanja i opterećenja uređaja), mapiranje stvarnog rada u simulacijski model, validaciju modela usporedbom realnih i simuliranih podataka te evaluaciju i izbor optimalnog scenarija. Prema Sargentu (2010), verifikacija simulacijskog modela odnosi se na provjeru ispravnosti računalnog programa i njegove implementacije, dok se validacija odnosi na utvrđivanje je li model dovoljno točan unutar svoje domene primjene za svrhu za koju je izrađen. Uspješna implementacija simulacijskih scenarija zahtijeva stalnu evaluaciju rezultata te prilagodbu procesa i protokola prema mjerenim ishodima, čineći unapređenje poslovnih procesa kontinuiranim i dinamičkim zadatkom (Teichgräber et al., 2003; Banks et al., 2010). Suvremeni menadžment rada u radiološkim i drugim specijalističkim odjelima temelji se na objektivizaciji i kvantitativnoj procjeni procesa – korištenje metode simulacije, mrežnog plana i digitalnih alata omogućuje sigurno, kontrolirano i upravo po mjeri optimizirano smanjenje listi čekanja te značajno podizanje kvalitete zdravstvenih usluga i zadovoljstva pacijenata (Antonacci et al., 2021; Rogg et al., 2017; Hofmann et al., 2023).

3.6. Pristup minimiziranju vremena čekanja

Rješavanje izazova smanjenja lista čekanja i trajanja čekanja jedan je od temeljnih elemenata unapređenja upravljanja i organizacije zdravstvenog sustava koji provodi specijalističke i dijagnostičke medicinske usluge. Nedostatak učinkovitih informacijskih sustava predstavlja ključnu prepreku u optimizaciji jer bez točnih i ažurnih podataka upravljanje listama čekanja postaje otežano i netočno. (OECD, 2020). Ebbevi i suradnici (2021) ističu kako tehničke pogreške, fragmentirani sustavi, paralelne baze podataka i neusklađenost standarda dovode do netočnih, nepreciznih i teško upotrebljivih podataka o listama čekanja, što znatno otežava praćenje, upravljanje i planiranje resursa u zdravstvenim sustavima. Liste čekanja moraju sadržavati sve relevantne informacije o pacijentu i postupku kako bi omogućile postavljanje jasnih i pravičnih kriterija – primjerice prioritet na temelju hitnosti, stanja ili medicinske potrebe. Sustavno ažuriranje i održavanje evidencija, uz mogućnost brzog pretraživanja, sortiranja, prebrojavanja i prezentiranja informacija, neophodno je i za medicinsko, ali i za administrativno osoblje. Edukacija osoblja za rad s evidencijama preduvjet je odgovornog i sigurnog upravljanja podacima, osobito uz obavezno poštivanje regulative o zaštiti privatnosti i medicinskih podataka (Conduah et al., 2025) Pitanje lista čekanja i vremena čekanja u zdravstvenim sustavima važan je pokazatelj dostupnosti i učinkovitosti sustava. Ključno je osigurati ravnopravan pristup zdravstvenoj skrbi temeljen na dogovorenim kriterijima koje određuju prioritet prijema pacijenata. Sustavi za praćenje liste čekanja trebaju redovito pratiti i ažurirati informacije kako bi se osiguralo točno stanje lista čekanja. Pacijenti bi trebali biti informirani o svojoj poziciji na listi čekanja, te bi trebali imati pristup personaliziranim informacijama i mogućnostima za alternativno liječenje ako je to primjenjivo. Potrebno je razviti standardizirane mjere za upis pacijenata na liste čekanja te osigurati da se pacijenti ne upisuju na listu kao mjeru predostrožnosti, već na temelju stvarne potrebe. (Council of Europe, 1999).

Ukupno vrijeme provedbe dijagnostičkog postupka (tzv. vrijeme ciklusa) uključuje upućivanje pacijenta na obavljanje specijalističke pretrage, a završava povratkom liječniku s nalazom i, ovisno o rezultatima nalaza, eventualnom nastavku liječenja. Hanning i sur. (2001) smatraju kako je upravo taj „proces skrbi“ potrebno promatrati i mjeriti u kontroliranim etapama kao ukupno vrijeme koje uključuje trenutak kada bolnica registrira uputnicu, zatim interval od početka do završetka pregleda kao i vrijeme od završetka pregleda do samog početka liječenja. Kod visokorizičnih pacijenata potrebne su također posebne strategije u

analizi čekanja na pretrage, čime dugo čekanje može uzrokovati i smrtnost. U Engleskoj je provedeno istraživanje kod pacijenata za liječenje aortalne stenoze te je ustanovljeno da bez povećanja kapaciteta od 20% prijama pacijenata na liječenje, postoji veća mogućnost smrtnosti u fazi čekanja (Stickels et al., 2022).

Preporučuje se nekoliko modela za bolje upravljanje vremenima čekanja: provesti detaljnu analizu izvora preporuka za pretrage kako bi se prepoznala i uklonila nepotrebna upućivanja, unaprijediti procese automatizacijom sustava zakazivanja kako bi se smanjilo opterećenje osoblja, integrirati sustave liječnika i radiologa za pregled medicinske dokumentacije i snimaka u realnom vremenu te razviti komunikacijske platforme koje omogućuju pacijentima stalni uvid u njihov položaj na listi čekanja i procijenjeno vrijeme čekanja (OECD, 2020; Ebbevi et al., 2021; Hofmann et al., 2023).

Politike za smanjenje lista čekanja obuhvaćaju niz mjera i strategija. Ključno je postaviti nacionalne ili regionalne standarde koji definiraju maksimalno prihvatljivo vrijeme čekanja za specifične dijagnostičke i terapijske usluge. Ove standarde potrebno je uskladiti s dogovorima o zajedničkom korištenju kapaciteta te međubolničkim sporazumima kako bi se prioritzirali pacijenti koji najduže čekaju. Također, važno je osigurati brze i jasne informacije o dostupnim terminima i očekivanom datumu pretrage, što može uključivati i upotrebu digitalnih platformi za obavješćavanje pacijenata. Dodatno, potrebno je fleksibilno otvarati dodatne termine za pacijente koji duže čekaju, što može zahtijevati prilagodbu radnog vremena ili resursa. Uz to, kontinuirana edukacija timova za prijem i procjenu hitnosti pacijenta osigurava da osoblje može učinkovito i pravovremeno reagirati na potrebe pacijenata, smanjujući time kašnjenja i poboljšavajući opću učinkovitost zdravstvenog sustava (Council of Europe, 1999; OECD, 2020; Casales Morici et al., 2023). Praksa ističe važnost omogućavanja pacijentima s dugim periodima čekanja da imaju opciju prelaska kod drugog pružatelja usluge. Također, preporučuje zatvaranje lista pacijenata kada se pređe optimalni broj osoba na čekanju, uz jasno obrazloženje najdužeg dopuštenog vremenskog okvira u kojem pacijent može očekivati termin (Casales Morici et al., 2023). Ključan prediktor uspjeha je kontinuirani nadzor i evaluacija svih aktivnosti kroz odgovarajuće informacijske sustave.

3.7. Problem naručivanja - prednosti i ograničenja javno zdravstvenog sustava

U posljednjih nekoliko godina jasna su i znanstveno potvrđena globalna kretanja koja pokazuju neprestani rast potražnje za medicinskim uslugama. Ovoj tendenciji pridonosi nekoliko ključnih faktora: kontinuirani razvoj medicinskih tehnologija i digitalnih rješenja, uvođenje novih dijagnostičkih i terapijskih postupaka - osobito onih temeljenih na suvremenoj medicini, umjetnoj inteligenciji i telemedicini - te sve veći udio starije populacije i porast kroničnih nezaraznih bolesti (Jones i Dolsten, 2024). Javnozdravstvene ustanove, suočene s velikim priljevom pacijenata teško zadovoljavaju potrebe većine stanovništva, osobito kad dođe do ograničenja u dostupnoj infrastrukturi (npr. broj uređaja, prostor), financijskih sredstava, kao i kad dođe do neadekvatne alokacije resursa ili izostanka sustavnog planiranja i organizacije. Pritom se stvara neravnoteža između raspoloživih resursa i potrebe za zdravstvenim uslugama, što dovodi do stvaranja i produljenja lista čekanja (OECD, 2013, 2020). Jedan od najkritičnijih izazova je nedovoljna dostupnost stručno kvalificiranog medicinskog osoblja u svim granama medicine. Jones i Dolsten (2024) analiziraju izazove američkog zdravstvenog sustava u kontekstu starenja populacije, rasta potražnje i sve većih potreba za specijalističkom dijagnostikom, pokazavši da je manjak specijalista povezan s produženjem listi čekanja, zakašnjelim nalazima i dodatnim rizicima za pacijente. Analiza koju su proveli Safdar i sur. (2020) pokazala je da je najveće formiranje redova u javnom zdravstvu posljedica zastoja u radu liječnika – ne samo zbog opterećenja već i zbog nesinkroniziranosti rasporeda osoblja sa zakazanim terminima. Na primjer, ujutro se stvara veliki broj pacijenata koji čekaju, dok kasniji dolasci liječnika dovode do neiskorištenih termina, zastoja i dodatnog gomilanja redova. Osim rasporeda osoblja, značajan nesrazmjer postoji i u dostupnosti i iskorištenosti CT i MR uređaja između različitih regija ili zdravstvenih ustanova. Istraživanja su pokazala da vrijeme čekanja ne ovisi samo o broju uređaja ili izvršenih usluga, već prvenstveno o optimiziranosti procesa, produktivnosti osoblja i pravilnom planiranju na razini cijele regije (Biloglav et al., 2020; Nuti i Vainieri, 2012; Hofmann et al., 2023). Procjenjuje se da 30% laboratorijskih i 20–50% visokotehnoloških radioloških pretraga (CT, MR) neće pridonijeti konačnoj dijagnostici pacijenta što također produžava vrijeme čekanja zbog prekomjerne upotrebe radiološke dijagnostike. To rezultira dužim čekanjem za pacijente kojima su pretrage zaista potrebne, dok se resursi neracionalno troše (Novarad, 2021). Neodgovarajuće radiološko snimanje znatno doprinosi nepotrebnim troškovima u zdravstvenoj zaštiti i povećanoj izloženosti zračenju. Kriteriji prikladnosti koje pruža Američki koledž za radiologiju (ACR) predstavljaju izvor temeljen na dokazima za

usmjeravanje pravilnog korištenja snimanja. Ipak, znanje i primjena ovih smjernica su nedovoljno zastupljeni u obrazovanju medicinskih profesionalaca. Predložen je sažet kurikulum za podučavanje studenata medicine o pravilnom odabiru snimanja te upoznavanje s ACR kriterijima (Islam et al., 2022).

Dodatni problem predstavlja otežano i često neprecizno naručivanje pacijenata. Primjeri iz prakse ukazuju da liječnici obiteljske medicine sve češće šalju e-uputnice bez potrebne popratne dokumentacije, očekujući automatsko naručivanje bez jasno naznačene dijagnoze ili kliničkog pitanja. Posljedica su nepotpuni i neadekvatni podaci, što za bolnicu znači nemogućnost upisa na listu čekanja dok se podaci ne dopune, te ponovno administrativno opterećenje za osoblje (AlHarthy et al., 2024).

Loša organizacija raspodjele termina pretraga može dovesti do dugih lista čekanja, iako je kapacitet resursa dovoljan kako bi zadovoljio potražnju (Sæther et al., 2020). U posljednjem je desetljeću u ciljevima i strateškim planovima političkog uređenja državnih institucija iznimno bitna komponenta nastojanje smanjenja lista čekanja. Brojna ministarstva zdravstva u svojim planovima potiču rješavanje problema dugih lista čekanja koja su, naravno, učinkovita ako ih zdravstvene ustanove provode. Siciliani i suradnici (2013) navode da postoje dva pristupa za sankcioniranje neprovođenja odluka. Prvi je postavljanje ciljeva i pozivanje pružatelja usluga na odgovornost za njihovo postizanje, a drugi davanje mogućnosti pacijentima da odaberu alternativne (privatne) pružatelje usluga. Također navode da su Engleska i Finska kažnjene zbog neostvarenih ciljeva dok su Portugal, Nizozemska i Danska uspješno uveli promjene organizacija sa svrhom ostvarenja ciljeva. U Republici Hrvatskoj HZZO početkom je 2019. godine donio odredbu prema zdravstvenim ustanovama o novom modelu ugovaranja po dijagnostičko-terapijskim postupcima, odnosno pokrenuo je niz aktivnosti na osmišljavanju novog modela ugovaranja i praćenja s ciljem smanjenja lista čekanja. Novim modelom je predviđeno ugovaranje devet posebnih postupaka – MR, CT, ultrazvuk srca, holter-EKG, ultrazvuk dojke, ultrazvuk štitnjače, gastroskopija te operacija katarakte. Promjenom modela ugovaranja za ciljane skupine HZZO bi zdravstvenim ustanovama trebao izvršiti financiranje za svaku zdravstvenu uslugu po izvršenoj realizaciji. Nadalje, smanjivanjem lista čekanja koje bi se ograničile na prihvatljiv vremenski period, omogućila bi se preraspodjela planiranog iznosa na zdravstvene ustanove čiji je cilj obaviti više dijagnostičko-terapijskih postupaka (HZZO, 2019).

American College of Radiology (Patel et al., 2016) opisuje nekoliko modela rješavanja problematičnih redova čekanja analizirajući čimbenike koji pridonose formiranju liste čekanja, uključujući razlog i preporuke za pretrage i ističući nepotrebne čimbenike. Nadalje, naglašavaju važnost poboljšanja procesa ulaganjem u automatizirane sustave zakazivanja termina kako bi se uštedjelo vrijeme osoblju koje naručuje pacijente, integraciju sustava liječnika za pregled dokumentacije i slikovnog zapisa u stvarnom vremenu te uvođenje komunikacijskog sustava za pacijente kako bi bili kontinuirano obavještavani o svom vremenu čekanja (Wang et al., 2018). Radiološka djelatnost jedna je od bitnijih djelatnosti u zdravstvu za dijagnostičke i terapijske postupke što uključuje i najvišu razinu vrijednosti opreme te količinu usluga u kratkom vremenskom periodu. Stoga, usluge u zdravstvu, posebno u radiologiji, iziskuju kontrolu i standardizaciju čitavog poslovnog procesa. Standardizacijom načina rada postiže se uporaba jedinstvenih radnih protokola i smanjenje broja pogrešaka u svakodnevnom radu (Gunderman et al., 2008).

4. MODELI I METODE ZA OPTIMIZIRANJE VREMENA ČEKANJA

Pritužbe pacijenata na duge liste čekanja jedan su od problema koji je potrebno rješavati procesom optimizacije. Unapređenje poslovnog procesa započinje shvaćanjem problema koji je, u ovom slučaju, predugo čekanje na medicinske usluge, odnosno na liste čekanja magnetske rezonancije i kompjuterske tomografije. Prije početka izrade procesnog modela bitno je razumjeti trenutno vrijeme čekanja i uzrok te mogućnost promjene procesa kako bi se smanjila lista čekanja (Broman, 2020).

Znanstvene studije pokazuju kako Lean i Six Sigma metode predstavljaju izuzetno učinkovit pristup za optimizaciju procesa u radiološkoj dijagnostici (Karstoft i Tarp, 2011; Godley i Jenkins, 2019). U istraživanju Bhullara i suradnika (2021) naglašene su višestruke strategije za uspješno smanjenje liste čekanja za ambulantne MRI preglede na primjeru novozelandskog kliničkog centra. Autori su proveli sveobuhvatan program poboljšanja temeljen na analizi kapaciteta i potražnje kroz vremenske serije, s fokusom na stalna ciklička poboljšanja i uključivanje svih članova tima. Ključni elementi intervencije uključivali su praćenje i evidenciju vremena čekanja svakog pacijenta, identifikaciju uskih grla tijekom naručivanja i raspodjele termina te fleksibilnu reorganizaciju rasporeda osoblja i otvaranje dodatnih termina prema stvarnim potrebama. Rezultati provedene strategije pokazali su značajno skraćanje prosječnog vremena čekanja za MRI pretrage i bolju iskoristivost postojećih kapaciteta. Studija osobito ističe važnost strukturiranog pristupa, praćenja realnih podataka o kapacitetu i potrebi, te kontinuirane interne suradnje – preporučujući ovaj model za primjenu i u drugim područjima dijagnostike i zdravstva. Studija je pokazala da su i prije primjene promjena postojeći kapaciteti u ljudskim resursima i opremi bili dostatni, ali su bili loše usklađeni i neučinkovito korišteni. Nakon implementacije Lean i Six Sigma modela, kroz niz inovacija u organizaciji procesa i algoritama naručivanja, postignuti su značajni rezultati u smanjenju vremena čekanja i poboljšanju iskorištenosti resursa (Brancalion i Lima, 2022; Karstoft i Tarp, 2011).

Autori Curtis i suradnici (2018) koristili su modele strojnog učenja za predviđanje vremena čekanja i kašnjenja pregleda u radiološkim centrima. Prikupljali su podatke iz radiološkog informacijskog sustava i procijenili više algoritama strojnog učenja. Najbolji rezultati postignuti su korištenjem modela elastične mreže, koji je pokazao najveću točnost u predviđanju vremena čekanja i kašnjenja.

Cilj optimizacije procesa je povećati dostupnost dijagnostičkih usluga, zasnovanih na naprednoj radiološkoj opremi i kontinuirano educiranom osoblju, s krajnjim učinkom podizanja zadovoljstva pacijenata, ali i medicinskog osoblja. Kod planiranja optimizacije tokova procesa nužno je polaziti od realnih potreba naručitelja (pacijenta i liječnika). Dugoročni ekonomski uspjeh zdravstvene ustanove ostvaruje se samo integriranim, sveobuhvatnim pristupom i praćenjem svih ključnih pokazatelja (Gocke et al., 2001). Informacijska tehnologija ima ključno mjesto u modernoj optimizaciji poslovnih procesa. Implementacija naprednih informatičkih sustava, kao što su BIS, RIS i Picture Archiving and Communication System (PACS), uz korištenje bolničkih intraneta i interneta, omogućuje elektroničko upravljanje naručivanjem i prijemom pacijenata, ali i automatsku trijažu, praćenje resursa te automatizirano izvještavanje i analizu (Tronchi et. al., 2010). Dodatno, sustavi za prepoznavanje i diktiranje govora dokazano poboljšavaju operativnu učinkovitost i skraćuju vrijeme obrade radiološke dokumentacije, čime značajno rasterećuju radiološko osoblje. Koivikko i suradnici (2008) su pokazali da primjena sustava za prepoznavanje govora smanjuje vrijeme potrebno za izradu nalaza za više od 80%, uz drastično povećanje broja nalaza dostupnih u roku od jednog sata i visoku razinu prihvaćenosti među radiolozima. Integracija ovih tehnologija u radiologiju pojačava sigurnost i točnost izvještavanja te doprinosi boljoj organizaciji rada i zadovoljstvu osoblja. Znanstvena literatura potvrđuje da sustavi za prepoznavanje i diktiranje govora u radiologiji značajno poboljšavaju učinkovitost radnog tijeka, skraćuju vrijeme obrade nalaza te smanjuju administrativno opterećenje radiološkog osoblja. Primjena ovih tehnologija omogućuje znatno brže dostupne nalaze, rasterećuje radiologe od ručnog unosa te pojačava produktivnost, uz visoko korisničko prihvaćanje i smanjenje grešaka u dokumentaciji (Jorg et. al., 2023). Svaka optimizacija mora biti individualizirana i prilagođena konkretnoj organizaciji, njezinoj strukturi, kadrovima, opremi, razini informatizacije, kao i tipologiji pacijenata i vrsti pružanih usluga. Samo integralno sagledavanje i stalna procjena pokazatelja rezultira trajnim poboljšanjima poslovnih procesa i kontinuiranim smanjenjem čekanja na zdravstvene usluge (OECD, 2020).

Zdravstveni sustav sve više zahtijeva kontinuirana ulaganja čime bi se omogućilo poboljšanje novih proizvoda (materijala, opreme i alata) i usluga, posebice novih menadžerskih metoda za bolje iskorištavanje resursa i učinkovitije uvođenje promjena (Amaral et al., 2011). Provođenje transformacijskih procesa u zdravstvu koji osiguravaju željene rezultate očituju se nužnošću prikupljanja izvornih podataka u raznim fazama procesa zdravstvene zaštite. Mjerenja, odnosno povratne informacije, trebaju biti uspoređene s unaprijed utvrđenim

standardima kako bi se utvrdile potrebne korektivne mjere unutar procesa (Karuppan et al., 2016).

Bhullar i sur. (2021) proveli su 2018. u Novom Zelandu studiju koja je pokazala da kupovina novog uređaja za magnetsku rezonanciju, osim fizičkog kapaciteta, nije očekivano smanjila listu čekanja, već se vrijeme čekanja na MR uslugu povećalo. Sustavna primjena Lean i Six Sigma metoda u radiologiji pridonijela je znatnom potencijalu smanjenja lista čekanja uz smanjenje pogrešaka i troškova te poboljšanje kvalitete zdravstvene skrbi. Korištenjem alata za mapiranje tijeka samog procesa, sustavnim praćenjem rada dijagnostika i edukacije zdravstvenog osoblja, ostvaren je napredak u optimizaciji vremena čekanja. U svojem istraživanju autori su postavili zadatke kojima je svrha optimizacija raspoloživih kapaciteta kako bi se što učinkovitije iskoristio rad te smanjila lista čekanja (500 pacijenata na čekanju, ostvarenje od 85% pretraga unutar 6 tjedana). Njihova studija je pokazala da su u tom smislu za ostvarivanje poboljšanja kapaciteta u ljudskim resursima i opremi bili sasvim dovoljni, međutim nedovoljno iskorišteni te neučinkovito usklađeni s potražnjom. Uvođenjem niza inovativnih promjena u procesu radiološke dijagnostike, ostvarili su zacrtane ciljeve smanjenja lista čekanja. Sayah i suradnici (2014) proveli su projekt poboljšanja procesa kojemu je cilj optimizacija protoka pacijenata koristeći se operativnom metodologijom u ciljevima poboljšanja protoka pacijenata na učinkovit i usmjeren način. Provedena je analiza prije i poslije obrade pacijenta, odnosno provedeno je mjerenje vremena od dolaska i odlaska, primjenjujući najbolju praksu zasnovanu na dokazima, korištenjem mjera i alata za poboljšanje procesa istražujući i razloge propusta. Ove operativne promjene imale su značajan učinak na smanjenje boravka pacijenta na hitnom prijemu te se vrijeme boravka od 204 minute smanjilo na 132 minute, a vrijeme davatelja usluga pretraga sa 63 na 18 minuta što se znatno odrazilo i na zadovoljstvo pacijenata. Smanjivanjem troškova i poboljšavanjem kvalitete usluge u području radiologije Rhea i sur. (1994) prikazali su uspjehe nakon analize rada i obavljenih promjena tijekom rada CT pregleda. Kako bi najučinkovitije iskoristili CT uređaje, prioritet je bio povećanje broja pacijenata i skraćivanje vremena pretraga. Koristeći tehnike mrežnog plana analizirali su radne procese i kretanje pacijenata. U rezultatima je zamjetno smanjenje vremena praznog hoda, vrijeme čekanja pretraga, koje je, sa 6 tjedana svedeno na 1 tjedan. Troškovi su smanjeni za 25%, a protok je pacijenata povećan za 50%. Uvođenjem novih protokola snimanja pretraga, odnosno optimizacijom već postojećih metoda, trajanje pretrage skraćeno je s prosječnih 50 minuta na 35 minuta.

Znanstvena literatura također potvrđuje mogućnost optimizacije i drugih faza kroz suvremene tehnološke inovacije. Primjerice, Reiner i Siegel (2012) pokazuju da radiološki odjeli s digitalnom obradom oslikavanja pacijenta ostvaruju veći broj dnevnih pretraga, smanjenje prosječnog trajanja pojedinog postupka i rast ekonomske učinkovitosti zbog veće propusnosti i operativne fleksibilnosti. Kontinuirani nadzor radnog procesa, edukacija osoblja i standardizacija protokola ključni su za dugoročnu efikasnost. Daljnja kategorizacija i analiza procesa na temelju anatomske indikacije mogu identificirati dodatne mogućnosti optimizacije te doprinijeti još većem smanjenju ukupnog vremena prolaska pacijenata kroz dijagnostički sustav.

Primjenom raznih metoda upravljanja poslovnim procesima može se doći do optimizacije poslovnih procesa i smanjenja lista čekanja. Teichgräber i suradnici (2003) analizirali su poslovni proces provedbe pretrage MR te su, pomoću simulacije, izmjerili performansne procese. Simulirani su različiti ishodi te su u simulaciju uvedeni najproduktivniji modeli. Slijedom toga pregledi su grupirani prema određenoj grupi pretraga (anatomskom području i vrsti). Inovativne metode koje se koriste u upravljanju poslovnim procesima mogu biti u sinergiji s tržišnim trendom modernog menadžmenta, a također mogu pružiti značajne modele i alate za ostvarivanje produktivnosti zdravstvenoga sustava. Amaral i sur. (2011) predložili su procesni model za radiološke pretrage iz kojeg se izvodi optimalni model uz opis kako informacije dovode do povećanja kvalitete i kvantitete. Metodologiju su podijelili u tri faze. Prva faza opisuje prikupljanje podataka, a uključuje određivanje svrhe modela određujući primjenu modela i način na koji će se koristiti. Druga faza je definicija tzv. AS–IS modela trenutne situacije za koju je potreban odabir alata koji će se koristiti u razvoju dizajna procesa te se model definira na temelju prikupljenih podataka u prvoj fazi. Treća faza prikazuje validaciju AS–IS modela iz druge faze. Modeli se predstavljaju stručnjacima te se izvode projekti za vizualizaciju cjelokupnog procesa. Model AS–IS daje uvid u cjelokupno trenutno stanje čime osigurava procjenu učinka hipotetskih promjena i prijedloga poboljšanja. Nadalje, prijedlog promjena uključuje i tzv. model TO–BE kako bi se razvio sustav za kontinuirana poboljšanja i inovacije. U svrhu analize, obrade i prezentacije podataka radiološka dijagnostika sve više koristi poslovnu analitiku i simulaciju diskretnih slučajeva. Simulacijska studija daje za primjer istraživanje učinaka strategije prekapacitiranosti pacijenata na listama čekanja u različitim scenarijima, a posebno razvijanje strategije kod pacijenata koji se nisu pojavili na dan pretrage (Parente et al., 2018). Duljina čekanja na pretrage utječe i na radno opterećenje osoblja i uređaja u javnim institucijama, stoga je potrebno razmotriti nove

strategije upravljanja kako bi se minimalizirale liste čekanja u bolnicama uz smanjenje troškova i povećanje kvalitete skrbi. Pristup optimizaciji temeljen na simulaciji usmjeren je na povećanje korištenja ljudskih resursa i medicinske opreme u smanjenju liste čekanja. Simulirani program minimiziranja ukupnog završetka pretrage i čekanja pacijenta na pretragu pokazao je u prosjeku smanjenje od 5% na ukupni završetak i 38% na ukupno vrijeme čekanja pacijenta (Granja et al., 2014). Za optimizaciju odluke o zakazivanju pretraga predložene su metode točne prognoze protoka hitnih radioloških pacijenata modelima linearnih i nelinearnih procesa. Prikazani modeli ostvaruju prognozu dnevnog protoka hitnih radioloških pacijenata. Iz kategorije linearnih procesa korišteni su ARIMA i Lasso modeli, a iz kategorije nelinearnih Linear-SVR (linear kernel), Radial-SVR (Gaussian radial basis kernel), RF i AdaBoost model. Modeli prognoze razvijeni su za svaku kategoriju kao i za ukupan broj posjeta. Kategorizirana prognoza definirana je kao predviđanje posjeta hitnih radioloških pacijenata u odnosu na njihove izvore (hitni i odjelni pacijenti), dok je ukupna prognoza definirana kao predviđanje ukupnih posjeta. Studija je potvrdila učinkovitost predloženog višemodelnog pristupa predviđanja dnevnog protoka hitnih radioloških pacijenata, a od ponuđenih su metoda najučinkovitije metode za hitne odjelne pacijente kao što su ARIMA, RF i Lasso (Zhang et.al., 2020). U istraživanju Sun i suradnika (2020), pomoću simulacije stohastičkog modela programiranja, izvedena je optimizacija vremena prijema pacijenta na MR te je posebno razvijen prošireni model optimizacije za uključivanje hitnih dolazaka pacijenata u dnevnom protokolu. Analiza osjetljivosti pokazala je da je na određivanje pravila rada utjecalo vrijeme čekanja pacijenta, vrijeme mirovanja uređaja te otkazivanje ili nedolaženje pacijenata na predviđen termin. Prema Ivanovu (2012), izvođenjem diskretnih simulacija događaja predviđaju se vremena za različite radne tokove i strategije zakazivanja termina. Na temelju detaljnih modela, u njegovu su istraživanju preporuke za poboljšanje rada dijagnostike MR. Rezultati govore u prilog troškovne učinkovitosti koja se prepoznaje povećanom uporabom MR uređaja uz minimalna poboljšanja rada. Nadalje, u Norveškoj je provedeno istraživanje određivanja prioriteta na usluge po pitanju dugih listi čekanja. Korištene su dinamičke simulacije za usporedbu vremena čekanja, veličine i oblika liste čekanja i iskorištenosti kapaciteta sa i bez određivanjem prioriteta. Simulacija se provodila na stvarnoj listi čekanja i praznoj listi (simulacija novog odjela bez zaostataka u čekanju pacijenata). Ustanovilo se da se određivanjem prioriteta dolazi do loše iskoristivosti resursa i kratkotrajnih učinaka ako se primjenjuju dodatni kapaciteti (Saether et al., 2020). Međutim, primjenom simulacija i umjetne inteligencije za određivanja prioriteta, kod hitnih dijagnostičkih pretraga, posebice za

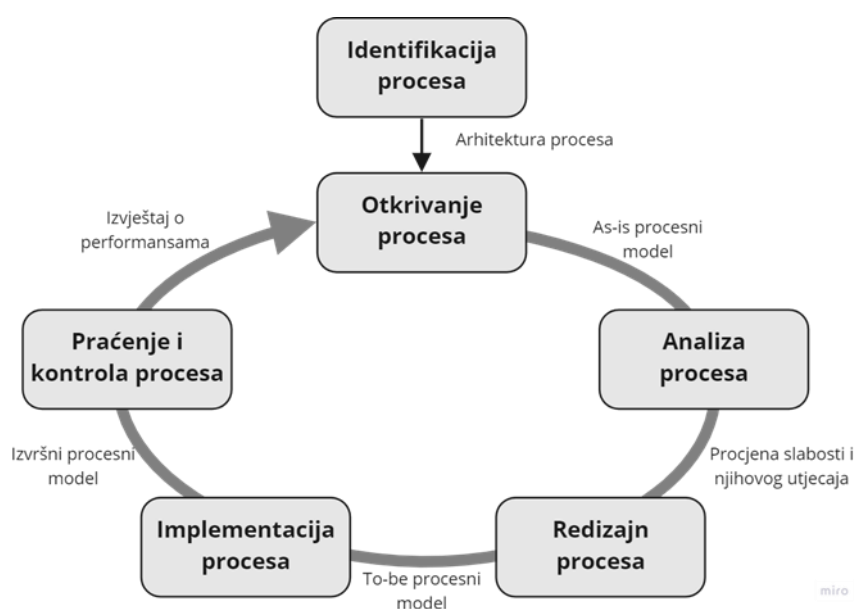
izdavanje radiološkog nalaza, uočeno je znatno poboljšanje u vidu smanjenja vremena obrade nalaza. Sortirajući hitne nalaze, umjetna inteligencija zamjenjuje rad osoblja, prepoznajući određena hitna stanja u slikovnoj dijagnostici te postavlja prioritete u pisanju i izdavanju nalaza. Simulacijom standardne obrade tijeka prijema slikovne dijagnostike i određivanjem prioriteta u hitnim stanjima pomoću umjetne inteligencije (npr. kod patoloških stanja kao pneumotoraks, pleuralni izljev, kardiopatija, atelektaza), poredanih po kategorijama hitnosti, uvedena je gornja granica maksimalnog vremena čekanja, što određuje stanje patološkog nalaza. Ove simulacije pokazuju adekvatno određivanje prioriteta, posebno za kritične nalaze (Baltruschat et al., 2021).

Pandemija COVID-19 diljem je svijeta obilježila 2020. godinu kao jednu od najtežih godina u zdravstvenom sustavu. Nepredvidljiva zdravstvena situacija uzrokovala je zastoj i otkazivanje termina zdravstvenih usluga što je dodatno opteretilo liste čekanja. U Engleskoj je nacionalnoj zdravstvenoj zaštiti lista čekanja od veljače 2020. godine do kolovoza 2021. narasla sa 4,4 milijuna na 5,7 milijuna. Prema tim podacima provedena je analiza mogućih scenarija smanjenja lista čekanja predviđanjem do 2025. godine korištenjem računalne simulacije s javno dostupnim podacima od studenog 2021. (Howlett i Wood, 2022). Također, u Čileu je zbog zdravstvene krize uzrokovane COVID-19, čekanje na operativni zahvat poraslo u prosjeku s 348 na 525 dana. Silva Aravena i Morales (2022) predstavili su metodologiju za predviđanje prioriteta pacijenata na kirurškim listama čekanja. Simulacijskim mjerenjima ukupnog vremena čekanja optimizirali su procese rada. To su postigli korištenjem mrežne metode koja predviđa redoslijed prioriteta, dinamičku kvantifikaciju rizika pacijenata koji čekaju i protokol odabira pacijenata koji se temelji na komponentama prioriteta, rizika i kliničkih kriterija bolesti. Simulacijski modeli mogu se koristiti i za procjenu narudžbe pacijenata u svrhu potrebitosti na žurnost izvedbe pretrage kod onkoloških pacijenata. U Velikoj Britaniji je uporabom metode simulacije provedeno istraživanje (Smith et al., 2022) koje se očituje u dvama mogućim scenarijima. Prvi uključuje pretpostavku da liječnici obiteljske medicine odlučuju odgoditi upućivanje na pretragu ukoliko ona nije neophodna i drugi je scenarij onaj u kojem će liječnici poništiti 20% niskorizičnih slučajeva te 10% nekarcinogenih slučajeva uputiti u onom trenutku kada to bude potrebno. Rezultati simulacijskog eksperimenta pokazuju da bi alati za predviđanje rizika mogli imati potencijal na smanjenje upućivanja pacijenata prema klinikama. U istraživanju van Lent i suradnici (2012), pomoću računalne simulacije smanjenja vremena CT pretrage i verifikacije nalaza prikazana su tri različita scenarija. Na temelju rezultata simulacije promijenjeni su kapaciteti

za različite skupine pacijenta te je nakon implementacije vrijeme trajanja verifikacije bilo prosječno 12,6 dana, u odnosu na 14,5 dana prije implementacije. Udio pacijenata koji su završili dijagnostički postupak unutar 10 dana poboljšao se za 52%. Opsežna studija autora Panykh i Rosenthal (2015) proučavala je predvidljivost vremena čekanja pacijenata i čimbenika koji utječu na čekanje. Promatrali su 25 parametara povezanih s čekanjem koristeći bolnički i radiološki informatički sustav. Nad 1500 pacijenata unutar mjesec dana, bilježili su vrijeme dolaska pacijenta, vrijeme početka pregleda te vrijeme završetka pregleda. Optimalni modeli zasnovani su na veličinama linija čekanja koje mogu pružiti točna i učinkovita predviđanja za vrijeme čekanja pacijenata. Zbog dinamike rada i specifičnosti potrebe dijagnostike, ovisno o bolesti pacijenata, CT dijagnostika je vrlo zahtjevna za ostvarenje protoka naručenih i hitnih pacijenata. Istraživanjem Luo et al. (2016), provedenome u Kini, razvijena je simulacija diskretnih događaja prema osmišljenim strategijama. Za svakog pacijenta prikupljeni su podatci o vremenu dolaska, vremenu trajanja pretrage, vremenu odlaska te kategorijama pacijenata. Analiziralo se također prosječno vrijeme za hitne i ambulantne pacijente. Autori su ustanovili da dinamička strategija prioriteta može povećati stupanj zadovoljstva kod ambulantnih pacijenata, kao i smanjenje prosječnog vremena čekanja za 13 minuta te zadovoljstva za 40%. Objavljeni rad Chandre (2017) donosi sustavni pregled različitih znanstvenih i operativnih modela namijenjenih smanjenju vremena čekanja ambulantnih i bolničkih pacijenata. Kroz analizu simulacijskih tehnika, teorije redova čekanja, Lean i Six Sigma alata te algoritama za optimizaciju rasporeda, autorica prikazuje kako su ti modeli primijenjeni u međunarodnoj praksi kako bi se unaprijedila učinkovitost zdravstvenih ustanova i povećalo zadovoljstvo pacijenata. Poseban naglasak stavljen je na evaluaciju prednosti i ograničenja pojedinih modela u konkretnim kliničkim uvjetima, kao i na značaj suvremenih digitalnih alata i softverskih rješenja za organizaciju rada, smanjenje gužvi te poboljšanje pristupačnosti usluga. Iz pregleda proizlazi da optimalno skraćanje vremena čekanja zahtijeva integrirani pristup koji objedinjuje simulacije, digitalizaciju, edukaciju osoblja i kontinuirano praćenje ključnih pokazatelja performansi. Ističe se važnost individualnog prilagođavanja strateških rješenja svakom zdravstvenom sustavu, kako bi se postigli trajni učinci i održala kvaliteta skrbi. Kao što je u pregledu postojeće literature navedeno, primjenom različitih metoda i alata upravljanja poslovnim procesima, dug period čekanja na obavljanje dijagnostičkih pretraga ima tendenciju smanjivanja.

5. METODOLOGIJA RADA

Metodološki okvir ove disertacije odnosi se na analizu postojećih procesa prijema i obrade pacijenata u radiološkoj dijagnostici Kliničkog zavoda za dijagnostičku i intervencijsku radiologiju KBC Rijeka, točnije na CT i MR dijagnostikama te na redizajn istih procesa. Aktivnosti upravljanja poslovnim procesima izvršene su sukladno fazama životnog ciklusa upravljanja poslovnim procesima koje obuhvaća skup metoda, tehnika i alata za identifikaciju, otkrivanje, analizu, redizajn, izvršenje i praćenje poslovnih procesa s ciljem poboljšanja njihovih performansi (Dumas et al., 2018). Slika 1. prikazuje faze životnog ciklusa upravljanja poslovnim procesima, pri čemu je ishod ove disertacije „TO-BE“ procesni model koji nastaje kao rezultat redizajna procesa.



Slika 1. Životni ciklus upravljanja poslovnim procesima

Izvor: prilagođeno prema Dumas et al. (2018)

Upravljanje poslovnim procesima pomoću modela poslovnih procesa (eng. *Business Process Model* - BPM) pruža strateški okvir za prikupljanje, analizu i optimizaciju poslovnih operacija. Glavni cilj BPM-a je osigurati da organizacija dosljedno postiže svoje ciljeve i maksimizira efikasnost procesa. To se postiže kroz kontinuirano praćenje i evaluaciju kako bi se identificirale prilike za smanjenje troškova, skraćivanje vremena izvršenja te smanjenje stope grešaka, što sve doprinosi postizanju konkurentске prednosti kroz inovacije (Process Street, 2024). Označava metodu sistematskog prikazivanja i analize poslovnih procesa u organizaciji radi njihove optimizacije i kontrole. Modeliranje poslovnih procesa omogućava vizualizaciju svih potrebnih aktivnosti, tokova informacija, uloga i odgovornosti, čime se

omogućava bolje razumijevanje i efikasnije upravljanje procesima unutar tvrtke (Creately, 2024).

Tzv. „AS-IS“ model poslovnog procesa prikazuje trenutno, stvarno stanje procesa u organizaciji, uključujući njegove korake, slabosti i mogućnosti za poboljšanje. S druge strane, „TO-BE“ model prikazuje poželjno ili buduće stanje procesa nakon predviđenih unaprjeđenja te definira kako bi proces trebao izgledati nakon implementacije promjena.

U prvoj fazi istraživanja je provedena **identifikacija poslovnih procesa**, odnosno definiranje skupa poslovnih procesa u radiološkoj dijagnostici te uspostavljanje jasnih kriterija odabira specifičnih procesa koji se trebaju poboljšati. Ishod ove faze je arhitektura procesa koja predstavlja prikaz procesa i njihovih međusobnih veza na 1. razini (apstraktnoj razini), kategoriziranih u tri kategorije: ključni procesi, potporni proces, procesi upravljanja. U ovoj fazi je i prikazan cjelokupni proces rada na CT i MR dijagnostikama, od zahtjeva pacijenta za pretragom pa sve do izdavanja nalaza.

Daljnje istraživanje odnosi se na tzv. **otkrivanje procesa**. U ovoj fazi su se prikupile informacije o postojećem procesu te se na temelju njih razvio „AS-IS“ procesni model. Informacije su se prikupile raznim metodama, kao što su intervjuiranje ključnih sudionika poslovnog procesa (kao što su administratori, radiološki tehnolozi, radiolozi i ostalo osoblje na radiologiji...), promatranje na koji način se izvršavaju aktivnosti u procesu te analiza dostupne dokumentacije vezane uz sam proces (npr. narudžbe i liste upisa pacijenata, protokoli za snimanje pretraga, pohrana digitalnih zapisa pretraga...).

Tako dobivene informacije koriste se za izradu „AS-IS“ procesnog modela pomoću BPMN notacije. Business Process Model and Notation (BPMN) je standardizirani jezik za modeliranje poslovnih procesa koji omogućava intuitivno i vizualno predstavljanje procesa putem dijagrama. BPMN koristi raznovrsne simbole kako bi jasno prikazao ključne elemente poslovnog procesa: aktivnosti su prikazane zaobljenim pravokutnicima, događaji kružnim ikonama, a kontrolni čvorovi dijamantima. Sve ove komponente povezane su linijama koje definiraju tijek, odnosno redoslijed izvršavanja aktivnosti, čime se postiže transparentnost i razumljivost čak i kod složenih procesa. Osim osnovnih elemenata, BPMN omogućava upotrebu naprednih komponenti poput paralelnih procesa, petlji, uvjetnih grana i razmjene poruka između sudionika procesa. Zbog toga je posebno pogodan za modeliranje realnih poslovnih aktivnosti i za kompleksnije procese koji uključuju više uloga ili organizacijskih jedinica (von Rosing et al., 2015).

Ovom notacijom su prikazani sudionici poslovnog procesa, sve aktivnosti koje se izvršavaju te njihov redoslijed izvršavanja, mjesta grananja procesa, događaje u procesu koji predstavljaju okidače za izvršenje nekih aktivnosti ili rezultate aktivnosti te dodatne informacije o procesu (npr. podatkovni objekti, spremišta podataka i sl.)

Nakon izrade „AS-IS“ procesnog modela, provjerila se kvaliteta modela i to kroz dva aspekta:

- **Sintaktička kvaliteta** (je li model napravljen prema pravilima jezika za modeliranje, odnosno BPMN notacije)
- **Semantička kvaliteta** (usklađenost modela sa stvarnim procesom, tj. njegova validacija)

U idućoj fazi istraživanja izvršila se **kvantitativna analiza poslovnog procesa**. Za svrhu ove analize, koristila se simulacija koja predstavlja imitaciju rada stvarnog procesa ili sustava kroz određeno vremensko razdoblje (Banks et al., 2004). Ona obuhvaća skup metoda i aplikacija kojima se oponaša ponašanje stvarnog sustava, obično na računalu uz pomoć odgovarajućih programskih rješenja (Kelton et al., 2007) pa se tako u ovom radu imitira stvarno funkcioniranje rada radiološke dijagnostike CT i MR.

U ovoj doktorskoj disertaciji napravljena je diskretna, deterministička simulacija budući je okidač za početak poslovnog procesa dolazak pacijenta na dijagnostičku pretragu (diskretna komponenta) i to u točno dogovoreno vrijeme (deterministička komponenta). Simulacijski modeli predstavljaju matematičke ili konceptualne prikaze stvarnih sustava koji omogućuju njihovu analizu, predviđanje ponašanja i optimizaciju procesa. Ovi modeli mogu biti podijeljeni prema nekoliko ključnih kriterija, što omogućuje njihovu primjenu na različite tipove problema u znanosti, inženjerstvu i gospodarstvu, uključujući i aktivnosti verifikacije i validacije za provjeru simulacijskog modela u prihvatljivosti i zahtjevima korisnika za namjeravanu svrhu. (Biazen et al., 2025; Smith i Sturrock, 2024). Simulacijski modeli kreirani su na temelju prethodno napravljenog „AS-IS“ procesnog modela, a potom su se u svaki modul simulacije unijeli određeni parametri (npr. vrijeme početka, vrijeme završetka, vrijeme rada i sl.) koji su potom analizirani nakon pokretanja simulacije. Analizom zapisnika simulacije, što uključuje statistiku vremena ciklusa, prosječno vrijeme čekanja i prosječno vrijeme korištenja resursa (u ovom slučaju CT/MR uređaja i zdravstvenih djelatnika) dobio se mogući scenariji ishoda rada. Vrijeme ciklusa predstavlja ukupno vrijeme od početka do završetka procesa, odnosno vrijeme ulaska promatranog slučaja u proces, pa sve do izlaska promatranog slučaja iz procesa. U konkretnom slučaju, vrijeme ciklusa predstavlja vrijeme od

kada se pacijent prijavio na prijavnicu prilikom dolaska na zadani termin pa sve do odlaska iz dijagnostike. Za izradu simulacijskog modela koristio se softver Arena Simulation koji koristi simulacijski jezik SIMAN.

Za potrebe izrade BPNM i simulacijskog modela prikupljene su različite vrste podataka, iz različitih izvora. Jedan dio podataka prikupljen je RIS-a i BIS-a, drugi dio podataka prikupljen je sa samog MR i CT uređaja, za vrijeme snimanja pacijenta, a treći dio podataka (vrijeme ulaska i izlaska pacijenta iz dijagnostike) prikupljen je od strane radioloških tehnologa koji su bilježili aktivnosti direktno na dijagnostici u periodu od tri mjeseca.

I) Podaci iz RIS-a i BIS-a

Podaci iz RIS-a i BIS-a prikupljeni su u razdoblju od 2 godine (2020. i 2021. godina) i predstavljaju:

1. Vrijeme liste čekanja od upisa pacijenta do termina izvođenja pretrage
2. Vrijeme verificiranja nalaza radiologa od vremena kada je pretraga učinjena
3. Veličina napisanog nalaza – broj riječi u nalazu
4. Broj učinjenih pretraga po smjeni i uređaju

II) Podaci s MR i CT uređaja te vrijeme ulaska i izlaska pacijenata

Podaci s MR i CT uređaja, kao i podaci koje su bilježili radiološki tehnolozi, prikupljeni su u listopadu 2020., ožujku 2021. i svibnju 2021. godine. Obzirom na hitnost protoka i smanjene resurse na dijagnostici, podaci nisu prikupljeni za svakog pacijenta. Tijekom dvogodišnjeg razdoblja trajanja pandemije koronavirusa, ova izvanredna situacija nije utjecala na kvalitetu rada u dijagnostici niti na pouzdanost podataka za provedbu simulacijskog modela, već se diskretan utjecaj očitovao isključivo u smanjenju broja pacijenata tijekom 2020. godine.

Ovi podaci su prvenstveno korišteni za razvoj simulacijskog modela i to za postavljanje određenih parametara simulacije (npr. min, max, prosječno vrijeme trajanja pretrage i sl.). Oni predstavljaju:

1. Vrijeme trajanje pretraga – ulaz i izlaz pacijenta iz dijagnostike
2. Vrijeme trajanja pretraga na uređaju – vrijeme skeniranja pacijenta

Učinjene radiološke pretrage su podijeljene u kategorije, ovisno o anatomskom području snimanja i sličnosti pretrage (tablica 1). Pretrage CT je označena brojem 1, a pretrage MR brojem 2.

Tablica 3. Prikaz opisa pretraga po kategorijama u sličnosti izvedbe za sve vrste pretraga

Kategorija pretrage	Opis pretrage
a.tijelo1	<i>pojedinačne pretrage</i> - toraks, abdomen, zdjelica, urografija, kolonografija, vratni organi, viscerokranij
b.tijelo2	<i>skupine pretraga</i> - toraks, abdomen i zdjelica, toraks i abdomen, abdomen i zdjelica, mozak i toraks, vratni organi i toraks, toraks i kolonografija
c.mozak1	<i>pojedinačne pretrage</i> - mozak, paranazalni sinusi, orbite, temporalne kosti, kosti lica, perfuzija mozga
d.mozak2	<i>skupine pretraga</i> mozak i karotidografija, mozak i vratni organi, mozak i intrakranijalno žilje, mozak i vratna kralježnica, mozak s karotidografijom, cerebralnom angio i perfuzijom mozga
e.srce	<i>pojedinačne pretrage</i> - koronarografija, srce
f.kralježnica	<i>pojedinačne pretrage</i> - vratna, torakalna, lumbalna kralježnica
g.muskuloskelet	<i>pojedinačne pretrage</i> - rame, nadlaktica, lakat, podlaktica, ručni zglob, šaka, kuk, natkoljenica, koljeno, potkoljenica, gležanj, stopalo
h.angiografija	<i>pojedinačne pretrage</i> - karotidografija, intrakranijsko žilje, pulmonalna angiografija, aortografija, periferna angiografija, venografija
i.dojke	<i>pojedinačne pretrage</i> - dojke

Izvor: autorica

Slijedom navedenog, podaci sadržavaju vrstu pretrage, kategoriju pretrage te oznaku za godinu. Primjerice, 1e20 označava CT pretragu vezanu uz srce koja je učinjena 2020. godine.

Zbog malog broja pacijenata koji su učinili skupnu pretragu navedenog sadržaja iz tablice 3., kategorija d.mozak2 isključena je iz simulacijskog izračuna i za CT i za MR. Obzirom da se uglavnom većina skupnih pretraga učini pojedinačno s financijskim obračunom te rezultati simulacije nisu utjecali na konačni ishod. Također, isključena je i kategorija b.tijelo2 za MR iz istog razloga.

Nakon izrade simulacijskog modela te unosa svih potrebnih parametara, izvršeno je pokretanje simulacijskog eksperimenta uz provjeru imitira li simulacija stvarno ponašanje sustava (poslovnog procesa). U slučaju da validacija nije zadovoljila, izvršila se korekcija modela sve dok odstupanja od stvarnog procesa nisu bila minimalna. Simulacijski model sadrži i informacije o troškovima rada resursa (rad radiološkog tehnologa i administratora) kako bi se analizirala i troškovna strana redizajniranog procesa.

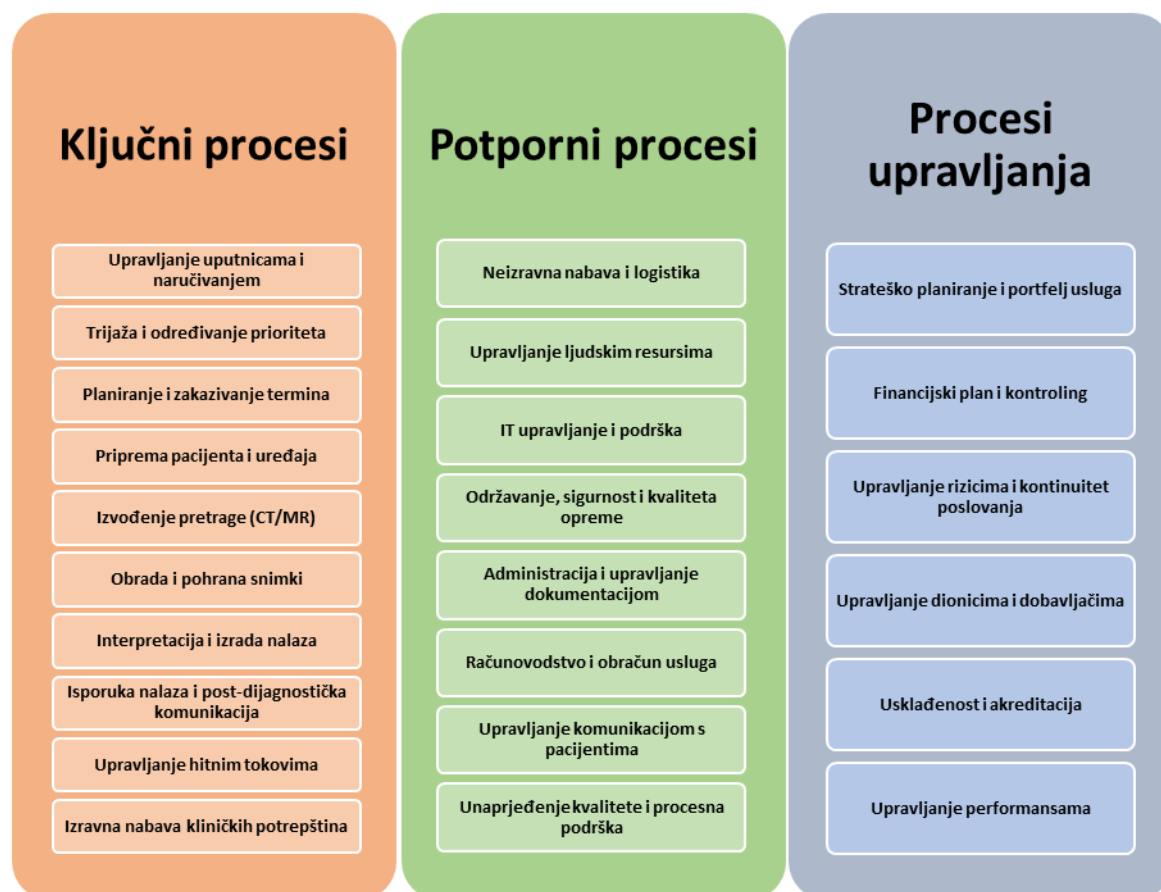
U sljedećoj fazi istraživanja radili su se simulacijski eksperimenti, prvenstveno s različitim vremenima naručivanja pacijenata na dijagnostičku pretragu. Ishod ove faze su različiti „TO-BE“ procesni modeli.

6. OPIS I REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Kako je ranije navedeno u poglavlju Metodologija, istraživanje slijedi životni ciklus upravljanja poslovnim procesima pri čemu je u nastavku rada detaljno objašnjena svaka pojedina faza.

6.1. Identifikacija poslovnih procesa

U prvoj fazi istraživanja provedena je identifikacija poslovnih procesa unutar koje su se definirali skupovi poslovnih procesa u području radiološke dijagnostike. Oni su vidljivi u arhitekturi procesa kategoriziranih u tri kategorije: ključni procesi, potporni proces i procesi upravljanja (slika 2).



Slika 2. Prikaz arhitekture procesa
Izvor: autorica

Ključni procesi (primarne aktivnosti) obuhvaćaju usluge koje se isporučuju kupcima, odnosno pacijentima. One u ovom slučaju uključuju:

- **Upravljanje uputnicama i naručivanjem** - zaprimanje i validacija uputnica i dokumentacije: A3, A5, C2, D1, D2 uputnice; kanali CEZIH/e-naručivanje (e-mail, osobno); provjera prisutnosti specijalističkog nalaza i ispravnosti tražene pretrage. Varijante: hitno (OHI/usmeno + interna hitna uputnica), standardno (ambulantno), interna uputnica (D1/D2)
- **Trijaža i određivanje prioriteta** - radiolog pregledava dokumentaciju, utvrđuje hitnost (npr. C2 vremenski rokovi), definira protokol snimanja, bilježi kontrolni/prvi pregled i medicinsku uvjetovanost
- **Planiranje i zakazivanje termina** - unos u BIS/IBIS/RIS, raspored po listama čekanja (CT jedna, MR po područjima), alokacija slotova, popunjavanje otkazanih termina; obavijest pacijentu (pošta/telefon/e-mail) i potvrda dolaska
- **Priprema pacijenta i uređaja** - upitnici i suglasnosti (CT/MR), provjera kontraindikacija (MR metal, trudnoća), eGFR za kontrast; priprema stola, dezinfekcija, IV kanila i injektor po protokolu
- **Izvođenje pretrage (CT/MR)** - snimanje prema unaprijed definiranom protokolu; završne radnje (vađenje kanile, upute pacijentu)
- **Obrada i pohrana snimki** - prijenos u RIS/PACS, provjera potpunosti i metapodataka (podatci o pacijentu, tehnologu, odgovornom radiologu)
- **Interpretacija i izrada nalaza** - pregled aktualnih snimki, usporedba s ranijim, unos/diktat nalaza, verifikacija i odobrenje
- **Isporuka nalaza i post-dijagnostička komunikacija** – izdavanje nalaza i snimki (osobno/pošta), povratna informacija upućujućem liječniku; konzultacije (npr. A5 uputnica) po potrebi
- **Upravljanje hitnim tokovima** (varijanta osnovnog toka) - HMT prijem, usmeno naručivanje od hitne medicine, prioritetno snimanje i izvještavanje u propisanim rokovima (npr. C2 pregled <24 h, CT/MR <7 dana)
- **Izravna nabava kliničkih potrepština** - nabava kontrastnih sredstava i potrošnog materijala nužnih za izvođenje pretraga.

Potporni procesi obuhvaćaju aktivnosti koje služe kao podrška ključnim, primarnim aktivnostima te omogućavaju njihovo izvršenje, a uključuju:

- **Neizravna nabava i logistika** - IT oprema, potrošni uredski materijal, namještaj; logistika slanja nalaza/CD-ova
- **Upravljanje ljudskim resursima** - planiranje smjena i moguće zamjene (radiolozi, tehnolozi, administracija), edukacija/certifikacije (zračenje, MR sigurnost)
- **IT upravljanje i podrška** - održavanje CEZIH integracija, BIS/IBIS, RIS/PACS, diktafoni; rješavanje zastoja i performansi, sigurnosne kopije i kibernetička sigurnost
- **Održavanje, sigurnost i kvaliteta opreme** - servis i kalibracija CT/MR uređaja, QA/QC, dozimetrija, zaštita od zračenja, kontrola bolničkih infekcija
- **Administracija i upravljanje dokumentacijom** - arhiviranje papirnatih dosjea, upravljanje privolama i upitnicima, evidencija obavijesti, GDPR
- **Računovodstvo i obračun usluga** - HZZO šifarnici, obračun i naplata, financijsko praćenje troškova
- **Upravljanje komunikacijom s pacijentima** - pozivi/podsjetnici, povratne informacije/pritužbe, evidencije kontakata
- **Unaprjeđenje kvalitete i procesna podrška** - standardizacija protokola, interne revizije.

Treća kategorija procesa obuhvaća procese koji pružaju pravila i direktive za ključne i potporne procese. U njih se ubrajaju:

- **Strateško planiranje i portfelj usluga** - plan kapaciteta (CT/MR, radno vrijeme, lokacije), investicije u modalitete i tehnologiju
- **Financijski plan i kontroling** - plan prihoda/troškova, analiza isplativosti, praćenje realizacije
- **Upravljanje rizicima i kontinuitet poslovanja** – klinički rizici (kontrastne reakcije, MR sigurnost), operativni rizici (CEZIH zastoji), informacijski rizici (GDPR), planovi kontinuiteta i oporavka
- **Upravljanje dionicima i dobavljačima** - HZZO, dobavljači opreme/kontrasta/servisa, vanjske ustanove, LOM/specijalisti
- **Usklađenost i akreditacija** - zakonodavne obveze, nacionalne smjernice, standardi kvalitete (npr. ISO), politike i procedure
- **Upravljanje performansama** - definiranje i praćenje termina pretraga (vrijeme čekanja po kategoriji uputnice, izdavanja nalaza, stopa nedolazaka, udio nepotpune dokumentacije u e-naručivanju, stopa ponovljenih snimanja, prekid rada uređaja).

U nastavku je detaljno opisan tzv. *end-to-end* proces radiološke dijagnostike.

Pacijenti se obraćaju svom liječniku obiteljske medicine (LOM) zbog različitih fizičkih i psihičkih tegoba. LOM obavlja inicijalni pregled i, ukoliko je potrebno, upućuje pacijenta na daljnje pretrage kod specijalista u okviru polikliničke konzilijarne zaštite. Putem sustava CEZIH, LOM izdaje elektroničku uputnicu ili pacijentu predaje crvenu uputnicu, odnosno potvrdu da je uputnica evidentirana za pregled kod specijalista. Specijalist je liječnik sa specijalizacijom u određenoj medicinskoj grani, koji provodi dijagnostičke i terapijske postupke u svom području, kao što su interna medicina, kirurgija, psihijatrija, radiologija i dr. (HZZO, 2024c).

LOM putem sustava CEZIH ima mogućnost zakazati pregled kod specijaliste u dostupnim terminima. Pacijent dolazi na dogovoreni pregled kod specijalista, koji tada obavlja potrebne pretrage. Ako specijalist procijeni da trenutno dostupni dijagnostički podaci nisu dovoljni za potpuno razumijevanje pacijentovog stanja, može ga uputiti na radiološku pretragu. Radiološke pretrage dijele se na osnovne i specijalne. Osnovne pretrage su jednostavne, brze i financijski pristupačne, s relativno niskim troškovima. U ovu kategoriju spadaju radiografsko snimanje tijela, fluoroskopija probavnog sustava, ultrazvučna dijagnostika i mamografija. Specijalne pretrage su kompleksnije, zahtijevaju više vremena za izvedbu, povezane su s većim financijskim izdacima zbog visokih cijena uređaja te sadržavaju i pripremu pacijenta. U ovu kategoriju spadaju CT, MR i druge pretrage koje uključuju intervencijske zahvate.

Upućivanje pacijenta na CT i MR radiološke pretrage od strane specijalista može se odvijati na nekoliko načina:

- U hitnim slučajevima, pacijent se obraća objedinjenom hitnom bolničkom prijemu. Specijalist radiologije se poziva od strane specijalista hitne medicine putem usmene komunikacije za hitnu pretragu, ovisno o pacijentovom stanju i kliničkom pitanju. Pretraga se odmah provodi internom hitnom uputnicom. Kod hitno upućenih pacijenata s C2 kategorijom uputnice izdanom od strane LOM-a, specijalist ih mora pregledati unutar 24 sata, dok se CT i MR dijagnostička obrada mora izvršiti unutar 7 dana, koliko vrijedi C2 uputnica.
- Specijalist može izdati internu uputnicu prema radiologiji za pacijente primljene uz D1 ili D2 kategoriju uputnice. Specijalisti imaju pravo izdati ove uputnice za inicijalne i kontrolne preglede. Specijalist može preporučiti MR ili CT pretragu u svom nalazu, nakon čega pacijent posjećuje svog liječnika obiteljske medicine kako bi dobio

uputnicu za pretragu. Uputnica kategorije A3 vrijedi 365 dana, no prijava za pretragu mora biti izvršena u roku od 90 dana.

Pacijenti koji se naručuju za MR ili CT pretrage na radiologiju moraju imati odgovarajuće uputnice (D1, D2 interne uputnice od specijaliste, A3 ambulantnu uputnicu od LOM ili C2 hitnu uputnicu) te specijalistički nalaz koji ih upućuje na dijagnostičku pretragu. Za navedene pretrage pacijenti se mogu naručiti osobnim dolaskom na prijamni šalter radiologije te putem zemaljske ili elektroničke pošte.

Upućivanje pacijenata na MR ili CT pretrage može se odvijati na sljedeće načine:

- E-naručivanjem: LOM putem stranica HZZO-a šalje zahtjev prema radiologiji. Problem ovog načina naručivanja je nedostatna dokumentacija, poput izostanka specijalističkog nalaza ili pogrešan odabir pretrage (primjerice, pogrešno naručivanje MR pretraga za ruku ili stopalo, koje su potpuno različite). Pacijenti stoga često moraju biti ponovno pozvani radi dostave potpune dokumentacije, što je problematično zbog neispravnih brojeva telefona i nemogućnosti slanja povratnog e-maila prema HZZO-u. Poseban izazov predstavljaju pacijenti koji prethodno nisu bili pregledani kod specijalista u istoj ustanovi jer njihovi nalazi nisu vidljivi u sustavu drugih ustanova.
- E-mailom: Pacijent ili osoba ovlaštena od strane pacijenta može poslati zahtjev putem e-maila. Problem se javlja kada prateća dokumentacija specijalističkog liječnika nije priložena, što zahtijeva slanje povratnog e-maila radi dopune dokumentacije.
- Osobnim dolaskom: Pacijenti mogu doći osobno na prijamni šalter gdje se dostavlja kompletna dokumentacija i osobni podaci, čime se omogućuje dogovor termina za pretragu.
- Kategorija A5 uputnice: LOM putem elektronske narudžbe može poslati zahtjev specijalisti radiologu za konzultacije bez fizičkog dolaska pacijenta. U tom postupku, LOM šalje i relevantnu dokumentaciju. Međutim, i ovdje može doći do problema zbog neadekvatnog upita ili nedostatne dokumentacije.

Administrativno osoblje zaprima i evidentira dokumentaciju upisujući je u registar, pri čemu bilježe redni broj, ime i prezime pacijenta, naziv pretrage te način na koji je dokumentacija dostavljena. Podaci iz e-Uputnice preuzimaju se iz CEZIH-a, kao i podaci iz interne uputnice specijalista iz polikliničke konzilijarne zaštite. Povremeni problemi s CEZIH sustavom, poput usporavanja ili blokada, mogu uzrokovati dodatne zastoje i gužve, ometajući daljnji rad.

Pacijentovi podaci unose se u IBIS sustav i pohranjuju na odgovarajuću listu čekanja, ovisno o vrsti pretrage. Nakon što se podaci unesu u bolnički informacijski sustav (modul Rezervacije), zakazivanje termina za pacijente temelji se na procjeni hitnosti prema indikacijama. To određuje liječnik radiolog nakon što pregleda dostavljenu dokumentaciju za svakog pacijenta. Dokumentacija potrebna za naručivanje, osim uputnice, mora uključivati specijalističku preporuku, medicinski nalaz odgovarajućeg specijalista te druge relevantne nalaze vezane uz stanje pacijenta, kao što su otpusno pismo ili opis operativnog zahvata. Sva dokumentacija u papirnatom obliku arhivira se u pacijentovu dosjeu, koja se zatim prosljeđuje liječniku radiologu. Snimanje se provodi prema specifičnim protokolima određeno kliničkim pitanjem i dijagnozom iz uputnice.

Specijalist radiologije pregledava pristiglu dokumentaciju, utvrđuje stupanj hitnosti i protokol snimanja za traženu pretragu. Nakon procjene svih pacijentovih nalaza i odobrenja postupka snimanja MR ili CT, radiolog bilježi potrebni protokol snimanja na dosjeu pacijenta. Hitni slučajevi imaju prednost pri određivanju termina, što se također evidentira na dosjeu. Tablica 4. prikazuje primjer određivanja hitnosti po uputnim dijagnozama i zaprimljenim nalazima u dokumentaciji. Potrebno je da radiolog naznači u dosjeu pacijenta je li riječ o kontrolnom ili prvom pregledu te je li termin medicinski uvjetovan ili je rezultat pacijentove želje za određenom pretragom ili terminom.

Tablica 4. Prikaz primjera hitnosti termina prema dijagnozama u listama čekanja

CT PRETRAGE – odnosi se na sve pretrage	VRIJEME ČEKANJA
novootkrivena suspektna fokalna lezija	prvi slobodni hitni termin
akutna bilijarna opstrukcija	prvi slobodni hitni termin
kontrola nakon provedene terapije 3 - 6 mjeseci (na indikaciju nadležnog liječnika)	3 - 6 mjeseci
neurodegenerativne bolesti	1 mjesec
MR pretrage područja trbušnih i zdjelčnih organa, dojki, srca	
klinička sumnja na zdjelčni apsces	prvi slobodni hitni termin
cistične lezije gušterače	1 - 6 mjeseci
novootkriveni maligni proces dojke	prvi slobodni hitni termin
suspektna ili dokazana endometrioza s akutnim kliničkim tegobama	1 - 2 mjeseca
hipertrofijska kardiomiopatija	prvi slobodni termin
stress perfuzija srca	prvi slobodni termin
MR pretrage za područje muskuloskeleta	
sumnja na osteomijelitis/septički artritis	prvi slobodni hitni termin
obrada reumatskih bolesti	
sumnja na maligni tumor muskuloskeleta	prvi slobodni hitni termin
probir za Mortonov neurom	1 - 4 mjeseca
MR pretrage za područje neuroradiologije	
sumnja na tumor mozga	prvi slobodni hitni termin (<72h)
praćenje malignih tumora	1 – 6 mjeseci po traženom terminu onkologa ili neurokirurga
multipla skleroza	po traženom terminu neurologa
akutni kompresivni sindrom kralježnice	prvi slobodni hitni termin (<24h)
neurodegenerativne promjene kralježnice	1 - 4 mjeseca
Sumnja na upalu (spondilodiscitis)	prvi slobodni hitni termin (<72h)

Izvor: Arhiva Kliničkog zavoda za dijagnostičku i intervencijsku radiologiju KBC Rijeka

Dosje pacijenta se zatim prosljeđuje glavnom tehnologu odjela radi zakazivanja termina. Na temelju preporuke radiologa, glavni tehnolozi određuju odgovarajuće datume i vremena pregleda za pacijente, što bilježe na njihovim dosjeima. Raspored termina se organizira po danima i lokacijama, s posebnim planiranjem za jutarnje i popodnevnne smjene. Pacijenti s liste čekanja premještaju se u slobodne termine, koji su organizirani po satima i danima u tjednu, ovisno o području i protokolima snimanja.

Nakon što se zabilježi termin pretrage, pacijent se obavještava o dogovorenom terminu. Administrativno osoblje unosi termine u dnevne rezervacije prema listama za naručivanje - za CT postoji jedna lista za sve pretrage tijela, dok za MR postoje tri liste, raspoređene prema području interesa. Obavijest pacijentima najčešće se šalje pisanim putem na kućnu adresu. Međutim, zbog mogućnosti da pacijenti ne prime poštu ili da im adresa nije ispravno unesena u sustav, dodatno ih se obavještava telefonski.

Problemi obavještavanja uključuju:

- Telefonski pozivi: Stariji pacijenti koji slabije čuju mogli bi krivo zabilježiti ili zapamtiti datum termina. Nedostatak administrativnog zapisa o obavijesti predstavlja problem kada pacijenti ne dođu na zakazani termin i tvrde da nisu obaviješteni,
- Pošta: Promjene adrese koje nisu ažurirane u sustavu mogu rezultirati time da pacijent ne primi informaciju o terminu,
- E-mail: Može postojati problem s vidljivošću maila, budući da pacijenti često šalju zahtjeve s adresa koje zapravo ne koriste ili ne provjeravaju redovito svoj e-mail.

Da bi se osiguralo prisustvo pacijenta na pretrazi i potvrda pravodobne obavijesti, pacijenti se kontaktiraju dan ili dva prije zakazanog termina. U tom kontaktu također se provjerava ispravnost uputnice, kako bi se osiguralo da je valjana i da nije istekao rok važenja te da je izdana od strane LOM-a. Ključno je imati potvrdu o dolasku pacijenta, budući da otkazivanje pretrage u posljednje vrijeme često uzrokuje epidemiološka situacija, učinjena pretraga u drugoj ustanovi ili čak smrtni slučaj. Slobodni termini koji proizađu iz otkazanih pretraga popunjavaju se pacijentima s liste čekanja, učinkovito smanjujući duljinu liste.

Na dan pretrage pacijenti se javljaju na prijavnicu i administratori ih upisuju u informatički sustav (BIS) čekaonice i upućuju na dijagnostiku gdje su naručeni. Radiološki tehnolog u BIS-u vidi narudžbu za pretragu i poziva pacijenta u dijagnostiku.

Pri zaprimljenoj uputnici s navedenim dijagnostičkim pregledom, započinje priprema uređaja uz odabir odgovarajućeg protokola. Aktivnosti vezane uz dijagnostičku pretragu navedene su u nastavku:

- Obrada uputnice i postavljanje pretrage: Uputnica se obrađuje te se otvara zadana pretraga na CT ili MR uređaju.
- Pregled suglasnosti i upitnika: Provjerava se suglasnost i ispunjen upitnik za CT ili MR pregled koji je pacijent prethodno pročitao, ispunio i potpisao, a koji objašnjava tijek pregleda. Posebno je važno kod MR pretrage utvrditi nema li pacijent ugrađene metalne predmete. U slučaju srčanog simulatora, metalnih klipsi kod moždanih aneurizmi ili metalnih stranih tijela u oku, pretraga se otkazuje zbog kontraindikacija. Provjerava se mogućnost trudnoće kod žena. Ako je potrebno primijeniti jodno ili gadolinijско kontrastno sredstvo, nužno je da funkcija bubrega odnosno procijenjena stopa glomerularne filtracije (eGFR) bude unutar normalnih granica.
- Priprema stola za pretragu: CT ili MR stol se priprema za odgovarajuću pretragu, prilagođava se dijelu tijela od interesa te se stol dezinficira i prekriva jednokratnom papirnatom plahtom.
- Priprema pacijenta: Pacijent ulazi u prostor za pripremu (kabina za presvlačenje), ostavlja osobne stvari, skida odjeću i oblači zaštitni mantil. Skidaju se svi metalni predmeti (zubne proteze, slušni aparat, naušnice, ukosnice itd.). Pacijentu se objašnjava tijek pregleda, a posebno ako je potrebno kontrastno sredstvo; tada se pacijent dodatno priprema uvođenjem intravenozne kanile za aplikaciju kontrasta te se priprema automatski injektor s određenim parametrima aplikacije, ovisno o protokolu. Pacijent se postavlja na pripremljeni stol u položaj potreban za pretragu.
- Odabir protokola: Izabire se protokol koji radiolog unaprijed određuje i zapisuje na dosjeu pacijenta.
- Protokol rada: Radiolog prilikom pregleda dokumentacije postavlja specifičan protokol snimanja, s jasno određenim parametrima za CT i posebno za MR pretrage.

Nakon završetka pretrage, pacijent se izvlači iz kućišta uređaja, a ukoliko je korišteno kontrastno sredstvo, uklanja se kateter za aplikaciju. Pacijenta se zatim upućuje u garderobu kako bi se presvukao te mu se daju upute o preuzimanju nalaza.

Pretraga se u cijelosti prenosi iz softverskog sustava uređaja u RIS, koji je dostupan na svim računalima unutar radiologije. Radiološki tehnolog provjerava je li slikovni zapis pacijenta

uspješno pohranjen te ponovno provjerava ime i prezime pacijenta, dob, spol, kao i ime radiološkog tehnologa koji je obavio pretragu i ime radiologa zaduženog za interpretaciju snimke.

Radiolog pregledava aktualni slikovni zapis pregleda, a ako postoji prethodni nalaz, uspoređuje ih i provjerava pacijentovu povijest bolesti u BIS-u, ukoliko se liječenje dogodilo unutar iste ustanove. U suprotnom slučaju, pregledava dostavljenu dokumentaciju. Unos nalaza u RIS može direktno unositi radiolog, također postoji mogućnost korištenjem diktafona za automatsku pretvorbu govora u tekst, ili snimanjem radiologa čiji diktat administrator zatim presluša i pretipka. Radiolog na kraju ponovno pregledava, ispravlja ukoliko je potrebno, i verificira nalaz kako bi ga pacijent mogao preuzeti.

Nalaze izdaje administrativno osoblje sedam dana nakon obavljene CT ili MR pretrage. Pacijenti iz grada mogu osobno preuzeti nalaz i snimku snimljenu na CD-u, dok se pacijentima iz drugih gradova isti mogu poslati poštom. Uz nalaz, pacijenti dobivaju i svu priloženu dokumentaciju koju su dostavili prilikom prijave za CT ili MR pretragu.

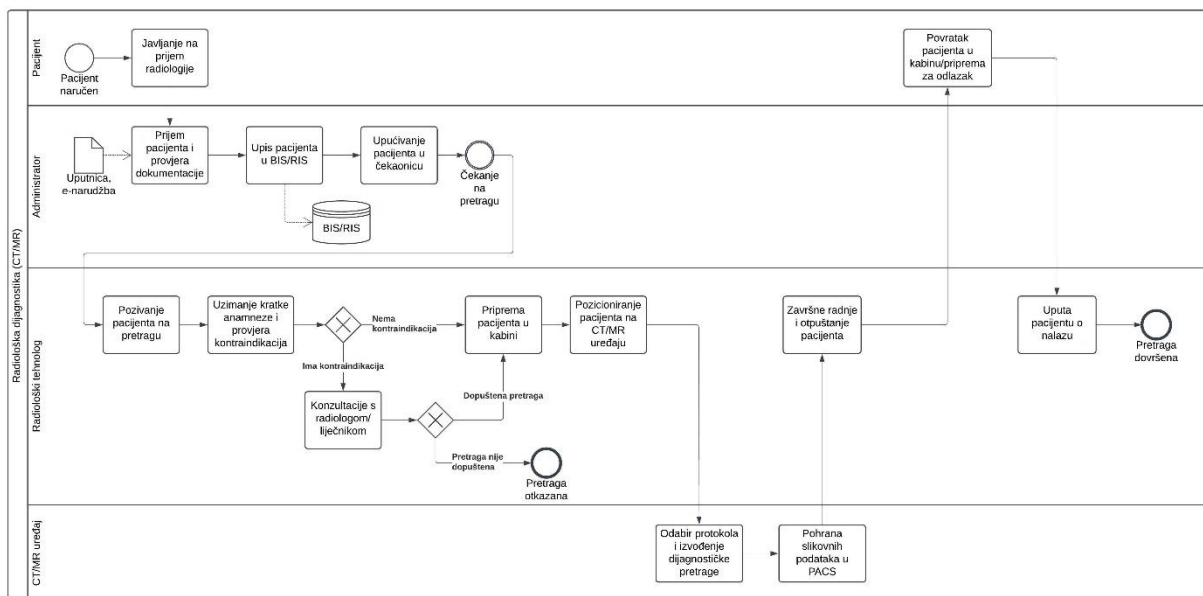
U ovoj disertaciji, kao ključni dio procesa za poboljšanje odabran je upravo segment vezan uz samu dijagnostiku – od trenutka kada pacijent na dan pretrage dolazi na prijamni šalter radiologije do trenutka kada napušta dijagnostički odjel i čekaonicu. Cjelokupan širi proces, koji obuhvaća put pacijenta od liječnika obiteljske medicine, izdavanje uputnice, specijalistički pregled, administrativnu obradu dokumentacije, upis na liste čekanja i određivanje termina, detaljno je opisan radi razumijevanja konteksta, ali nije bio predmet simulacijskog modeliranja. U simulaciji su ti koraci tretirani kao zadani ulazni uvjet, odnosno već formirana lista naručenih pacijenata s definiranim terminima dolaska na CT ili MR pretragu.

Simulacijski model u Areni zato je fokusiran na „unutarnji“ dijagnostički tok: prijavu pacijenta u BIS na prijavnici radiologije, ulazak u čekaonicu, pozivanje na pretragu, provjeru dokumentacije i kontraindikacija, pripremu pacijenta u kabini (presvlačenje, uklanjanje metala, postavljanje intravenskog puta i priprema kontrasta), pozicioniranje na CT/MR uređaj, provođenje snimanja, kratku završnu obradu (uklanjanje kanile, presvlačenje, osnovne upute) te izlazak pacijenta iz dijagnostike. U model su eksplicitno uključeni ključni resursi: administrator, radiološki tehnolog(i) (RT1 i RT2), CT/MR uređaj i kabina za presvlačenje, kao i raspodjela pacijenata po kategorijama pretraga te dolazak hitnih pacijenata koji prekidaju uobičajeni raspored.

6.2. Otkrivanje poslovnih procesa

Standardiziranim vizualnim jezikom za modeliranje i dokumentiranje poslovnih procesa BPMN-om koristimo univerzalne simbole i dijagrame toka aktivnosti za prikaz „AS-IS“ procesnog modela. Njegova svrha je olakšati jasno razumijevanje i komunikaciju o poslovnim procesima među svim sudionicima u zdravstvu, bez obzira na njihovu stručnost, te omogućiti jednostavnu identifikaciju mogućih poboljšanja, u ovom slučaju konkretno u radiološkom procesu rada.

Slika 00: Slika prikazuje BPMN dijagram koji vizualizira proces upućivanja i dijagnostičke obrade pacijenta u zdravstvenom sustavu, od trenutka kada se pacijent razboli do izdavanja nalaza ili eventualne hitne intervencije.



Slika 3. BPMN "AS-IS" procesni model radiološke dijagnostike, od dolaska pacijenta na dijagnostiku do odlaska iz dijagnostike

Izvor: autorica

Ovaj BPMN dijagram prikazuje ključni dio procesa radiološke dijagnostike na odjelu CT/MR, i to samo onaj segment koji je u disertaciji identificiran kao ključni i koji je modeliran i analiziran. On obuhvaća proces od trenutka dolaska pacijenta na radiološki odjel do završetka pretrage i odlaska pacijenta iz dijagnostike. Svi prethodni koraci (uputnica od strane upućujućeg liječnika, naručivanje, upis na listu čekanja) tretiraju se kao ulaz u proces i nisu dio samog BPMN modela.

Proces započinje dolaskom pacijenta na dan pretrage. Pacijent se zatim javlja na prijem radiologije, gdje administrator započinje administrativnu obradu što obuhvaća prijem pacijenta i provjeru dokumentacije (uputnica, identifikacija, e-narudžba), nakon čega slijedi upis u BIS/RIS sustav te evidentiranje da je pacijent stigao na pretragu.

Nakon završene administrativne obrade pacijent se usmjerava u čekaonicu radiologije. Ovaj dio procesa odgovara onom segmentu koji se u simulacijama mjeri kao vrijeme čekanja ispred dijagnostičkog uređaja. U nastavku procesa tehnolog poziva pacijenta na pretragu, provodi kratku anamnezu i sigurnosnu provjeru kontraindikacija (alergije, metalni implantati, trudnoća, pacemaker i sl.) te se nakon odluke proces grana u dva potencijalna smjera – nastavak pretrage ili odgoda/otkazivanje, nakon konzultacija s liječnikom. Time je u modelu obuhvaćena i mogućnost odustajanja od pretrage, koja je u simulaciji parametrizirana malom vjerojatnošću.

Ako nema zapreka, pacijent prelazi u kabinu za presvlačenje, što je u dijagramu prikazano kao aktivnost pripreme pacijenta (presvlačenje, uklanjanje metalnih predmeta, eventualna postava intravenskog puta i priprema kontrasta). U toj aktivnosti se u simulaciji troše resursi radiološkog tehnologa i kabine. Nakon pripreme, pacijent se pozicionira na CT/MR uređaj te se odabire protokol i izvodi se pretraga. Ova aktivnost predstavlja stvarno vrijeme skeniranja na uređaju i razlikuje se po kategorijama pretraga (tijelo1, tijelo2, mozak, srce, kralježnica, muskuloskelet, angiografija, dojke). Neposredno nakon snimanja slijedi pohrana slikovnih podataka u PACS, čime se formalno završava tehnički dio dijagnostičke pretrage.

Završne aktivnosti obavlja radiološki tehnolog - skida pacijenta s uređaja, uklanja intravenski put ako je postavljen, provodi kratku završnu provjeru stanja pacijenta te ga vraća u kabinu na presvlačenje. Naposljetku pacijentu daje osnovne informacije (npr. kada i gdje će nalaz biti dostupan, treba li se javiti liječniku, posebne napomene nakon kontrasta i sl.). Na kraju procesa pacijent odlazi s radiološkog odjela.

Na dijagramu su vidljive tri ključne vremenske komponente koje su analizirane u simulacijskom modelu:

- vrijeme čekanja pacijenta u čekaonici prije ulaska u dijagnostiku,
- vrijeme trajanja svih pripremnih i završnih radnji koje izvodi radiološki tehnolog (vrijeme procesa),
- vrijeme rada samog CT/MR uređaja tijekom snimanja (vrijeme na uređaju).

Na dijagramu su vidljivi i glavni resursi u procesu: administrator, radiološki tehnolog(i), CT/MR uređaj, kabina za presvlačenje i informacijski sustav BIS/RIS/PACS. Ovaj BPMN dijagram služi kao procesna osnova za kvantitativnu analizu vremena, opterećenja resursa i troškova u nastavku disertacije.

Nakon izrade AS-IS procesnog modela, izvršena je provjera kvalitete modela i to sintaktička kvaliteta i semantička kvaliteta.

Sintaktičkom kvalitetom utvrdilo se da je procesni model napravljen prema pravilima jezika za modeliranje. Primjerice, sve aktivnosti imaju jedan ulazni i jedan izlazni tok, početni događaji nemaju ulaznih tokova, a završni izlaznih tokova, svi elementi modela su ispravno povezani, odluke razdvajanja imaju točno jedan ulazni tok i dva izlazna, dok odluke spajanja imaju barem dva ulazna i točno jedan izlazni tok.

Semantička kvaliteta osigurava da je model usklađen sa stvarnim procesom i da sadrži sve moguće scenarije (npr. redovne dijagnostičke pretrage, ali i one hitne).

6.3. Analiza procesa

U ovom istraživanju napravljena je kvantitativna analiza poslovnog procesa i to bilježenjem vremena izvršenja određenih aktivnosti te upotrebom računalne simulacije. U nastavku su analizirane sljedeće aktivnosti:

- Vrijeme trajanja pretraga (vP)
- Vrijeme trajanja pretraga na uređaju (vPu)
- Vrijeme čekanja od upisa pacijenta do termina pretrage (vLc)
- Vrijeme verificiranja nalaza radiologa od vremena kada je pretraga učinjena (vN)
- Broj riječi u radiološkom nalazu (bN)
- Prosjek broja pacijenata i učinjenih pretraga na jednom CT i MR uređaju tijekom 8-satnog radnog vremena

6.3.1. Analiza vremena trajanja pretraga (vP)

Ovom analizom praćeni su i bilježeni rezultati vremena trajanja pretraga (u minutama), a koje predstavlja razliku između vremena ulaska i vremena izlaska pacijenta iz dijagnostike.

U razdoblju od 1. listopada do 31. listopada 2020., od 1. ožujka do 31. ožujka 2021. i od 1. svibnja do 31. svibnja 2021., odnosno kroz ukupno tri mjeseca, prikupljali su se podaci izravno s dijagnostike. Ukupno su za CT dijagnostiku prikupljeni podaci za 2.725 pacijenata, a za MR dijagnostiku za 1.880 pacijenata. Podatke su u tablicu upisivali radiološki tehnolozi kada bi pacijent ušao u CT i MR dijagnostiku i kada bi izašao, što označava vrijeme u minutama koje je pacijent proveo u dijagnostici dok je obavljao pretragu. To vrijeme je uključivalo vrijeme skidanja pacijenta u kabini za presvlačenje, postavljanje perifernog venskog puta, postavljanje pacijenta u uređaj, odabir protokola pretrage, skeniranje i nakon toga opservaciju pacijenta nakon pretrage, oblačenje i napuštanje dijagnostike. Kratko vrijeme trajanja se odnosilo na pacijente koji su došli kao hitnoća, odnosno već su bili pripremljeni na hitnom prijemu te ih nije bilo potrebno dodatno pripremati. Takvi pacijenti su s ležećih kolica postavljeni na stol uređaja, učinjena je pretraga te su vraćeni na hitni prijem.

Tablice 5 i 6 prikazuju analizu vremena trajanja pretraga na CT, odnosno MR dijagnostici. U oznaci varijable, broj označava vrstu uređaja (1 – CT, 2 – MR), a slovo vrstu pretrage, kako je ranije navedeno u metodologiji rada.

Tablica 5. Analiza vremena trajanja pretraga po kategorijama pretraga na CT uređaju (u minutama)

Varijabla	CT vrijeme trajanja pretraga – ulaz i izlaz pacijenta iz dijagnostike				
	Broj pacijenata	Prosjek	Minimum	Maximum	Std. Dev.
1avP	930	0:13:42	0:01:00	1:23:00	0:08:54
1bvP	584	0:14:08	0:02:00	1:10:00	0:06:41
1cvP	634	0:08:29	0:02:00	1:10:00	0:06:28
1evP	68	0:22:31	0:06:00	0:35:00	0:06:13
1fvP	39	0:07:38	0:03:00	0:16:00	0:02:49
1gvP	61	0:08:24	0:03:00	0:20:00	0:03:53
1hvP	339	0:14:08	0:03:00	2:20:00	0:08:48
Ukupno	2725				

Izvor: autorica

Podaci iz tablice 5. pokazuju da je prosječno vrijeme trajanja pretrage na CT uređaju variralo između 7:38 minuta (1fvP) i 22:31 minuta (1evP), uz minimalno trajanje od 1 minute i maksimalno trajanje od 2 sata i 20 minuta u složenijim slučajevima. Najduže prosječno

trajanje bilježi se kod pretraga oznake 1evP, što upućuje na složenost ili specifičnost tih pretraga. Ove varijacije u trajanju također mogu odražavati raznolikost anatomskih područja i dijagnostičkih protokola koji se primjenjuju u različitim pretragama.

Tablica 6. Analiza vremena trajanja pretraga po kategorijama pretraga na MR uređaju (u minutama)

Varijabla	MR vrijeme trajanja pretraga – ulaz i izlaz pacijenta iz dijagnostike				
	Broj pacijenata	Prosjek	Minimum	Maximum	Std. Dev.
2avP	250	0:24:22	0:05:00	1:34:00	0:10:46
2cvP	370	0:32:00	0:08:00	1:25:00	0:11:15
2evP	91	1:04:00	0:10:00	1:55:00	0:16:29
2fvP	435	0:24:48	0:02:00	1:24:00	0:07:31
2gvP	346	0:30:51	0:10:00	1:31:00	0:11:32
2hvP	14	0:26:09	0:10:00	1:10:00	0:16:38
2ivP	117	0:32:44	0:11:00	1:08:00	0:08:56
Ukupno	1880				

Izvor: autorica

MR pretrage pokazuju širok raspon trajanja, s prosječnim vremenom od 24:22 minuta (2avP) do 1:04:00 (2evP), što je očekivano zbog prirode MR tehnologije i potreba za detaljnim slikama. Najduže trajanje pretraga odnosi se na 2evP, što upućuje na opsežnost tih pregleda. Iako broj MR pretraga (1.880) nije posebno velik, razlike u prosječnom vremenu ukazuju na značajan utjecaj na učinkovitost i udobnost pacijenata.

6.3.2. Analiza vremena trajanja pretraga na uređaju (vPu)

Ovom analizom praćeni su i bilježeni rezultati vremena trajanja pretraga na samom uređaju (u minutama), a koje predstavlja vrijeme skeniranja pretrage u minutama.

U razdoblju od 1. listopada do 31. listopada 2020., od 1. ožujka do 31. ožujka 2021. i od 1. svibnja do 31. svibnja 2021. prikupljali su se podaci izravno s dijagnostičkog uređaja. Ukupno su za CT dijagnostiku prikupljeni podaci za 2.698 pacijenata, a za MR za 1.849 pacijenata. Podatke je prikupljala doktorandica za potrebe ove disertacije. Podaci su se prikupljali pojedinačno za svakog dostupnog pacijenta iz baze podataka uređaja i to od kada je započeto skeniranje prvog segmenta do vremena kada je završio zadnji segment skeniranja na CT i MR.

Tablice 7 i 8 prikazuju analizu vremena trajanja samih pretraga na CT, odnosno MR uređaju.

Tablica 7. Analiza vremena trajanja pretraga na uređaju po kategorijama pretraga na CT uređaju (u minutama)

Varijabla	CT vrijeme trajanja pretraga – vrijeme trajanja pretraga na uređaju				
	Broj pacijenata	Prosjek	Minimum	Maximum	Std. Dev.
1avPu	822	0:05:26	0:01:00	0:21:00	0:02:52
1bvPu	588	0:05:51	0:02:00	0:18:00	0:02:07
1cvPu	705	0:03:54	0:02:00	0:25:00	0:02:46
1evPu	84	0:11:11	0:05:00	0:21:00	0:03:56
1fvPu	99	0:10:39	0:05:00	0:21:00	0:03:39
1gvPu	40	0:03:33	0:02:00	0:08:00	0:01:11
1hvPu	360	0:06:32	0:02:00	0:18:00	0:03:23
Ukupno	2698				

Izvor: autorica

Ukupno je prikupljeno 2.698 podataka vezanih za CT pretrage. Vrijeme skeniranja prosječno je variralo od 3:33 minute (1gvPu) do 11:11 minuta (1evPu). Najkraće skeniranje trajalo je 1 minutu, dok je najduže moglo potrajati do 25 minuta. Dulje trajanje skeniranja, kao što je zabilježeno kod kategorije 1evPu, odnosi se na složenije pretrage ili specifične anatomske regije koje zahtijevaju detaljniju analizu.

Tablica 8. Analiza vremena trajanja pretraga na uređaju po kategorijama pretraga na MR uređaju (u minutama)

Varijabla	MR vrijeme trajanja pretraga – vrijeme trajanja pretraga na uređaju				
	Broj pacijenata	Prosjek	Minimum	Maximum	Std. Dev.
2avPu	660	0:17:22	0:08:00	0:51:00	0:08:22
2cvPu	333	0:25:08	0:05:00	0:52:00	0:10:21
2evPu	64	0:53:04	0:37:00	1:24:00	0:11:34
2fvPu	260	0:20:18	0:07:00	0:44:00	0:06:13
2gvPu	176	0:23:04	0:11:00	1:09:00	0:11:57
2hvPu	43	0:12:45	0:10:00	0:38:00	0:05:04
2ivPu	220	0:23:51	0:18:00	0:32:00	0:03:47
Ukupno	1849				

Izvor: autorica

Za MR uređaje, prikupljeno je 1.849 podataka. Vrijeme trajanja pretraga u ovoj kategoriji pokazuje širu varijabilnost, s prosječnim vrijednostima od 12:45 minuta (2hvPu) do čak 53:04 minuta (2evPu). Ove razlike ukazuju na prirodnu složenost MR pretraga i zahtjevnije protokole koji su uključeni u određene pretrage

6.3.3. Analiza vremena čekanja od upisa pacijenta do termina pretrage (vLc)

U razdoblju od 1. prosinca 2020. do 31. prosinca 2020. te od 1. siječnja do 31. prosinca 2021., prikupljeni su podaci izravno putem rezervacija u BIS (IBIS) sustavu za ukupno dvije godine. Ukupno je zabilježeno 9.100 podataka za CT dijagnostiku u 2020. godini, dok je u 2021. godini taj broj iznosio 13.576 (tablica 9). Za MR dijagnostiku, prikupljeno je 8.432 podataka u 2020. godini, a 12.488 u 2021. godini (tablica 10). Vrijeme se bilježi u danima od trenutka kada administrator primi dokumentaciju pacijenta na prijavnici i unese ga na listu čekanja u BIS-u do zakazivanja termina pretrage. Nakon pregleda dokumentacije od strane radiologa i procjene hitnosti, pacijentu se dodjeljuje termin, čime se uklanja s liste čekanja. Termin pretrage se dodjeljuje i rezervira prema uputama glavnog radiološkog tehnologa, temeljenim na procjeni radiologa.

Tablica 9. Analiza vremena čekanja po kategorijama od upisa pacijenta do termina pretraga CT dijagnostike za 2020. i 2021. godinu (u danima)

	Broj pacijenata		Prosjeak		Minimum		Maximum		Std. Dev.	
	2020.	2021.	2020.	2021.	2020.	2021.	2020.	2021.	2020.	2021.
1avLc20	5411	9379	47	39	0	0	540	383	47	38
1bvLc20	364	497	29	30	0	0	295	365	30	32
1cvLc20	1729	1662	20	25	0	0	332	229	28	23
1evLc20	458	681	92	61	1	0	426	231	50	31
1fvLc20	136	139	25	26	0	0	239	184	32	24
1gvLc20	167	206	15	12	0	0	124	78	21	14
1hvLc20	835	1012	90	51	0	0	361	356	59	37
Ukupno	9100	13576								

Izvor: autorica

U 2020. godini analizirano je ukupno 9.100 podataka za CT dijagnostiku. Prosječno vrijeme čekanja variralo je od 15 dana za kategoriju 1gvLc20 do 90 dana za 1hvLc20. Najduže vrijeme čekanja zabilježeno je u kategorijama koje zahtijevaju složenije pretrage ili su podložne većoj potražnji.

U 2021. godini analizirano je ukupno 13.576 podataka. Prosječno vrijeme čekanja se smanjilo, s najmanje 12 dana za 1gvLc21 do najviše 51 dan za 1hvLc21. Ovo smanjenje vremena čekanja moglo bi biti rezultat poboljšanja administrativnih procesa ili povećanja kapaciteta za CT preglede.

Tablica 10. Analiza vremena čekanja po kategorijama od upisa pacijenta do termina pretraga MR dijagnostike za 2020. i 2021. godinu (u danima)

	Broj pacijenata		Prosjek		Minimum		Maximum		Std. Dev.	
	2020.	2021.	2020.	2021.	2020.	2021.	2020.	2021.	2020.	2021.
2avLc20	1579	2243	48	48	0	0	586	378	51	44
2bvLc20	57	2	61	110	2	60	197	160	49	71
2cvLc20	2113	2878	104	61	0	0	737	520	100	65
2evLc20	345	438	46	50	1	0	378	154	36	25
2fvLc20	2336	3387	99	49	0	0	841	426	92	48
2gvLc20	1471	2485	54	40	0	0	919	372	94	32
2hvLc20	83	478	57	45	1	0	724	252	95	46
2ivLc20	448	577	25	38	0	0	175	329	28	38
Ukupno	8432	12488								

Izvor: autorica

U 2020. godini prikupljeno je 8.432 podataka za MR preglede. Prosječno vrijeme čekanja bilo je između 25 dana za 2ivLc20 i 104 dana za 2cvLc20. Visoke maksimalne vrijednosti ukazuju na izazove u upravljanju terminima za traženije ili pretrage koje zahtijevaju duže termine pretrage.

U 2021. godini analizirani su podaci za 12.488 pacijenata. Prosječno vrijeme čekanja stabiliziralo se na nižim vrijednostima u odnosu na 2020., sa čekanjem između 38 dana za 2ivLc21 i 110 dana za 2bvLc21 kod specifičnih pregleda. Smanjenje prosječnog vremena implicira poboljšanja u upravljanju listama čekanja i optimizaciji resursa.

6.3.4. Analiza vremena verificiranja nalaza radiologa (vN)

Ova analiza predstavlja protok vremena od kada je pretraga učinjena pa sve do verificiranja nalaza radiologa u minutama. Analiza vremena potrebnog za verificiranje nalaza radiologa nakon obavljenih CT (tablica 11) i MR (tablica 12) pretraga u 2020. i 2021. godini pruža vrijedne uvide u učinkovitost administrativnih i dijagnostičkih procesa u radiologiji. Podaci za ovu analizu prikupljeni su kroz RIS (ISSA) sustav, koji služi za upravljanje informacijama u radiologiji. Ovi podaci su podvrgnuti procesu standardizacije kako bi se eliminirali duplicirani ili nepotpuni zapisi, osiguravajući na taj način točnost i pouzdanost rezultata analize. Kroz ovu standardizaciju, potpomognuta je reprezentativnost podataka za analizirana razdoblja, omogućavajući donošenje pouzdanih zaključaka o razinama učinkovitosti i potencijalnim područjima za poboljšanje unutar administrativnih i dijagnostičkih procesa.

Tablica 11. Analiza vremena verificiranja nalaza radiologa na CT dijagnostici za 2020. i 2021. godinu (u minutama)

	Broj pacijenata		Prosjeak		Minimum		Maximum		Std. Dev.	
	2020.	2021.	2020.	2021.	2020.	2021.	2020.	2021.	2020.	2021.
1avN20	5431	6084	3700	5060	3	9	40098	47886	4072	4906
1bvN20	4188	4979	2768	3030	1	1	44567	29289	3593	3829
1cvN20	7211	7114	527	556	2	2	21862	39002	1551	1723
1dvN20	87	61	251	320	17	21	7049	6582	986	1041
1evN20	496	634	3815	5571	5	2	34722	35989	4800	5910
1fvN20	507	467	1096	1579	11	10	21887	30542	2687	3451
1gvN20	401	450	1211	1493	14	10	12856	14304	2340	2849
1hvN20	3180	4106	1709	1584	1	5	76292	38653	3804	3446
Ukupno	21501	23895								

Izvor: autorica

Za 2020. godinu prikupljeni su podaci za 21.501 pacijenta. Prosječno vrijeme verificiranja nalaza kreće se od 251 minute (najbrža skupina 1dvN20) do 3.804 minute (najsporija skupina 1hvN20), s velikim rasponima (minimum od 1 do 17 minuta, maksimum u skupini 1hvN20 čak 76.292 minute).

Za 2021. godinu prikupljeni su podaci za 23.895 pacijenata gdje se prosječno vrijeme verificiranja nalaza kretalo od najmanje 320 minuta (skupina 1dvN21) do najviše 5.571 minutu (skupina 1evN21), uz maksimum 35.989 minuta u skupini 1evN21.

Tablica 12. Analiza vremena verificiranja nalaza radiologa na MR dijagnostici za 2020. i 2021. godinu (u minutama)

	Broj pacijenata		Prosjeak		Minimum		Maximum		Std. Dev.	
	2020.	2021.	2020.	2021.	2020.	2021.	2020.	2021.	2020.	2021.
2avN20	2094	2506	4999	5051	20	17	92180	166469	3996	4843
2cvN20	2767	3049	3907	4834	7	6	28468	44322	4286	4696
2dvN20	332	289	3305	3719	17	34	20691	19169	3659	4118
2evN20	414	503	10821	9327	22	17	452047	53543	22871	8675
2fvN20	3180	3448	5460	5450	24	13	39750	31563	4847	4446
2gvN20	1749	2435	4467	4661	40	15	179632	31510	6031	3843
2hvN20	464	546	4072	5518	17	33	20195	41405	4342	5359
2ivN20	545	653	2265	2238	38	3	14277	49466	2800	3295
Ukupno	11545	13429								

Izvor: autorica

Za 2020. godinu prikupljeni su podaci za 11.545 pacijenata. Prosječno vrijeme verificiranja varira od 2.265 minuta (najbrža skupina 2ivN20) do čak 10.821 minute (najsporija skupina 2evN20), a maksimalno vrijeme za 2evN20 iznosi 452.047 minuta.

Za 2021. godinu prikupljeni su podaci za 13.429 pacijenata. Prosječno vrijeme verificiranja kretalo se od 2.238 minuta (najbrža skupina 2ivN21) do 9.327 minuta (najsporija skupina 2evN21), dok je najveći maksimum iznosio 166.469 minuta kod 2avN21.

6.3.5. Analiza broja riječi u radiološkom nalazu (bN)

Analiza broja riječi u radiološkim nalazima za CT (tablica 13) i MR (tablica 14) dijagnostiku tijekom 2020. i 2021. godine pruža uvid u raznolikost i detaljnost pristupa izradi nalaza. Podaci, prikupljeni kroz RIS (ISSA) sustav, omogućuju identificiranje trendova i potencijalnih područja za standardizaciju unutar radiološke dokumentacije.

Tablica 13. Analiza broja riječi u radiološkom nalazu za CT dijagnostiku u 2020. i 2021. godini

	Broj pacijenata		Prosjek		Minimum		Maximum		Std. Dev.	
	2020.	2021.	2020.	2021.	2020.	2021.	2020.	2021.	2020.	2021.
1abN20	5431	6084	197	202	9	10	1054	938	92	96
1bbN20	4188	4979	256	268	26	27	1044	2767	102	119
1cbN20	7211	7114	86	84	5	3	679	510	41	40
1dbN20	87	61	103	98	23	22	499	261	83	63
1ebN20	496	634	215	175	22	20	525	510	107	94
1fbN20	507	467	80	79	5	5	381	403	68	66
1gbN20	401	450	70	68	10	7	255	328	48	49
1hbN20	3180	4106	124	115	6	3	796	647	68	59
Ukupno	21501	23895								

Izvor: autorica

U 2020. godini prikupljen je 21.501 nalaz za CT dijagnostiku. Prosječan broj riječi po nalazu varira značajno među kategorijama, s prosjekom od 70 riječi (1gbN20) do 256 riječi (1bbN20). Varijabilnosti u minimalnom (od 5 riječi) i maksimalnom broju riječi (1.054 riječi) sugeriraju raznolikost u složenosti slučajeva i potrebi za detaljnim opisom.

Za 2021. godinu evidentiran je ukupan broj od 23.895 nalaza. Prosječni broj riječi ostaje sličan, s blagim povećanjem, od 68 riječi (1gbN21) do 268 riječi (1bbN21). Veća konzistencija u broju riječi mogla bi ukazivati na sve veću usklađenost ili strukturiranje pisanje nalaza.

Tablica 14. Analiza broja riječi u radiološkom nalazu za MR dijagnostiku u 2020. i 2021. godini

	Broj pacijenata		Prosjeak		Minimum		Maximum		Std. Dev.	
	2020.	2021.	2020.	2021.	2020.	2021.	2020.	2021.	2020.	2021.
2abN20	2094	2506	172	166	4	10	1258	1271	71	68
2cbN20	2767	3049	133	131	7	11	520	990	54	53
2dbN20	332	289	157	161	27	10	534	538	73	75
2ebN20	414	503	225	222	6	19	482	481	79	78
2fbN20	3180	3448	179	179	16	5	545	1020	80	81
2gbN20	1749	2435	162	173	4	11	476	555	64	76
2hbN20	464	546	54	49	12	13	274	323	38	30
2ibN20	545	653	196	223	23	19	493	625	60	75
Ukupno	11545	13429								

Izvor: autorica

Za 2020. godinu za MR dijagnostiku analizirano je 11.545 nalaza. Prosječan broj riječi po nalazu kreće se od 54 riječi (2hbN20) do 225 riječi (2ebN20). Također postoji znatna varijabilnost unutar tih kategorija, što odražava raznolikost kliničkih scenarija.

Za 2021. godinu prikupljeno je 13.429 nalaza. Prosječni broj riječi u nalazima kreće se između 49 riječi (2hbN21) i 223 riječi (2ibN21). Blago smanjenje broja riječi može ukazivati na efikasniju upotrebu jezika ili ažuriranje protokola za izradu nalaza.

6.3.6. Broj pacijenata i učinjenih pretraga na CT i MR uređajima

Ovom analizom praćen je broj pacijenata i učinjenih pretraga na CT i MR uređajima tijekom 8-satnog radnog vremena (jutarnja smjena) u 2020. i 2021. godini. Podaci su se prikupljali u razdoblju od 1. prosinca 2020. do 31. prosinca 2020. te od 1. siječnja do 31. prosinca 2021. iz BIS (IBIS) sustava.

Tablica 15. (za CT) i tablica 16. (za MR) prikazuju broj pacijenata i pretraga po mjesecima, umanjeno za praznike i nedjelje (uključujući subote) za 8-satno radno vrijeme u jutarnjoj smjeni.

Tablica 15. Broj pacijenata i učinjenih pretraga na CT uređajima tijekom 8-satnog radnog vremena u 2020. i 2021. godini

CT UREĐAJ 1												
Mj./God.	01/20.	02/20.	03/20.	04/20.	05/20.	06/20.	07/20.	08/20.	09/20.	10/20.	11/20.	12/20.
Pacijenti	34	33	27	16	31	24	25	28	24	26	24	23
Postupci	47	46	41	28	45	33	35	41	34	37	34	34
Mj./God.	01/21.	02/21.	03/21.	04/21.	05/21.	06/21.	07/21.	08/21.	09/21.	10/21.	11/21.	12/21.
Pacijenti	22	23	25	26	26	26	27	28	28	26	28	25
Postupci	31	33	35	37	39	39	40	41	41	38	41	35
CT UREĐAJ 2												
Mj./God.	01/20.	02/20.	03/20.	04/20.	05/20.	06/20.	07/20.	08/20.	09/20.	10/20.	11/20.	12/20.
Pacijenti	23	24	16	15	19	24	25	26	22	20	20	20

Postupci	29	30	20	20	25	32	34	34	29	25	26	25
Mj./God.	01/21.	02/21.	03/21.	04/21.	05/21.	06/21.	07/21.	08/21.	09/21.	10/21.	11/21.	12/21.
Pacijenti	21	22	21	22	22	25	23	25	23	22	23	22
Postupci	25	27	26	28	28	32	30	32	30	27	28	27

Izvor: autorica

U 2020. godini, na CT dijagnostici, na jednom uređaju obrađeno je 7.967 pacijenata te je obavljeno 11.485 pretraga, dok je na drugom uređaju obrađeno 6.392 pacijenata i obavljeno 8.304 pretraga. U 2021. godini taj broj iznosio je 7.885 pacijenata te 11.416 pretraga na jednom uređaju te 6.838 pacijenata i 8.576 pretraga na drugom uređaju.

Tablica 16. Broj pacijenata i učinjenih pretraga na MR uređajima tijekom 8-satnog radnog vremena u 2020. i 2021. godini

MR UREĐAJ 1												
Mj./God.	01/20.	02/20.	03/20.	04/20.	05/20.	06/20.	07/20.	08/20.	09/20.	10/20.	11/20.	12/20.
Pacijenti	10	11	8	7	9	10	9	11	11	11	10	9
Postupci	13	14	10	8	12	13	11	14	14	15	12	11
Mj./God.	01/21.	02/21.	03/21.	04/21.	05/21.	06/21.	07/21.	08/21.	09/21.	10/21.	11/21.	12/21.
Pacijenti	10	12	12	10	10	11	10	10	11	10	11	10
Postupci	12	14	14	12	13	14	13	13	13	14	14	14
MR UREĐAJ 2												
Mj./God.	01/20.	02/20.	03/20.	04/20.	05/20.	06/20.	07/20.	08/20.	09/20.	10/20.	11/20.	12/20.
Pacijenti	9	10	7	4	7	9	7	8	8	9	9	8
Postupci	11	12	9	5	9	11	10	9	9	11	11	9
Mj./God.	01/21.	02/21.	03/21.	04/21.	05/21.	06/21.	07/21.	08/21.	09/21.	10/21.	11/21.	12/21.
Pacijenti	10	12	12	10	10	11	10	10	11	10	11	10
Postupci	12	14	14	12	13	14	13	13	13	14	14	14

Izvor: autorica

Na MR dijagnostici u 2020. godini obrađeno je 2.937 pacijenata te je obavljeno 3.714 pretraga na jednom uređaju, a na drugom 2.385 pacijenata i 2.917 pretraga. U 2021. obrađeno je 3.212 pacijenata te je obavljeno 4.048 pretraga na jednom uređaju, a na drugom 2.885 pacijenata i 3.708 pretraga.

6.3.7. Postavljanje AS-IS simulacijskog eksperimenta

Na temelju prikupljenih i analiziranih podataka prikazanih u prethodnim potpoglavljima, napravljen je tzv. AS-IS simulacijski eksperiment čiji je cilj bio računalnom simulacijom imitirati stvarno ponašanje sustava kako bi se kasnije mogli provoditi simulacijski eksperimenti, odnosno kreirati tzv. TO-BE modeli.

Simulacijski model izrađen u programu Arena opisuje stvarno, postojeće (AS-IS) stanje rada dijagnostičke jedinice MR i CT u promatranoj ustanovi. Opseg modela obuhvaća cjelokupan put pacijenta od:

- dolaska na pretragu (ulazak iz rezervacija u čekaonicu),
- administrativne obrade,
- pripreme i presvlačenja u kabini,
- izvođenja CT/MR pretrage na uređaju,
- završne pohrane slikovnog materijala i osnovne dokumentacije,

do odlaska pacijenta iz dijagnostičke jedinice / čekaonice nakon završene pretrage.

Model ne prikazuje idealizirani ili hipotetski proces, nego nastoji što vjernije oponašati sadašnju organizaciju rada, temeljenu na stvarnim protokolima, vremenskim mjeranjima i udjelima pojedinih kategorija pretraga.

U model su uključene sve ključne skupine pretraga koje čine većinu volumena rada CT i MR dijagnostike:

- CT: tijelo1, tijelo2, mozak, srce, kralježnica, muskuloskelet, angiografija
- MR: tijelo1, mozak, srce, kralježnica, muskuloskelet, angiografija, dojke

Uz pojedinačne kategorije pretraga, konstruiran je i agregirani model „sve kategorije“, koji odražava stvarnu strukturu radnog opterećenja u smjeni.

Za svaku kategoriju, te za agregirani model „sve kategorije“, razvijene su varijante modela koje odražavaju stvarno stanje rada:

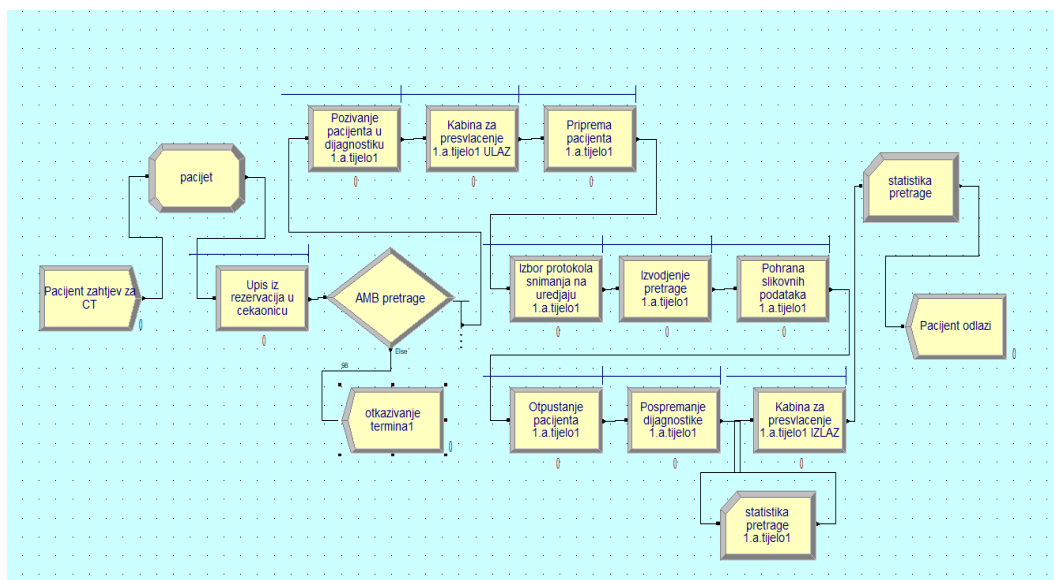
- rad s jednim radiološkim tehnologom (RT1) na dijagnostici
- rad s dva radiološka tehnologa (RT2) na dijagnostici
- scenariji bez hitnih pacijenata (samo ambulantni)
- scenariji s uključenim hitnim pacijentima, gdje hitni pacijenti imaju prioritet u redu čekanja.

Na taj način omogućena je usporedba različitih organizacijskih konfiguracija, ali je polazna postavka u svim slučajevima stvarni, postojeći način rada.

Na slikama 4 do 13 prikazani su tipični primjeri procesnih shema za:

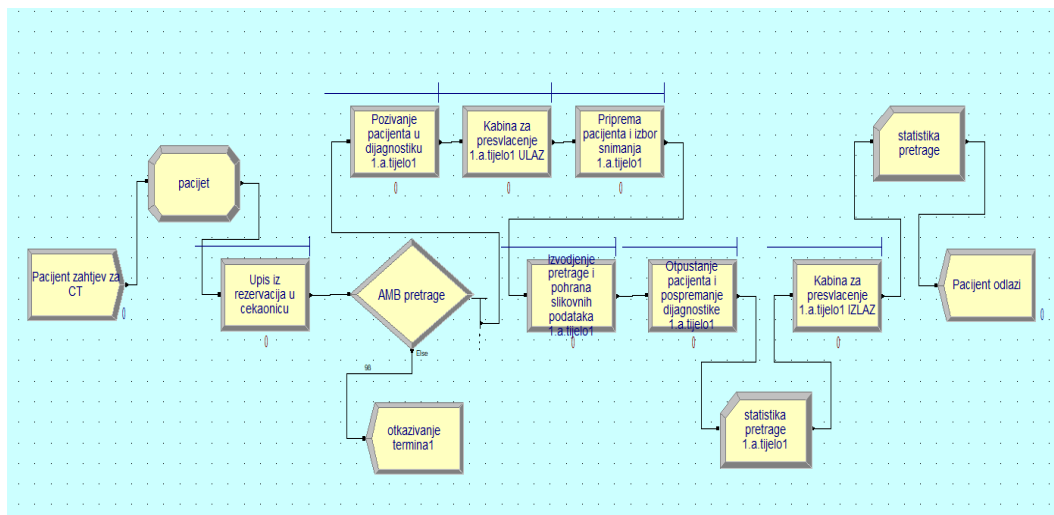
- pojedinu kategoriju pretrage (npr. mozak, tijelo1...) s jednim i dva RT-a,
- scenarije s uključenim hitnim pretragama,
- agregirani model „sve kategorije“ za 1RT i 2RT.

Na slici 4 prikazan je simulacijski model procesa provođenja dijagnostičke pretrage za kategoriju „tijelo1“ prilikom rada jednog radiološkog tehnologa. Slika 5 prikazuje identičan proces, ali s dva radiološka tehnologa. Na identičan način napravljeni su procesni modeli i za sve ostale kategorije pretraga.



Slika 4. Prikaz simulacijskog modela za kategoriju „tijelo1“ prilikom rada jednog radiološkog tehnologa

Izvor: autorica



Slika 5. Prikaz simulacijskog modela za kategoriju „tijelo1“ prilikom rada dva radiološka tehnologa

Izvor: autorica

Na razini procesne sheme (slika 4 i 5) svaki pacijent prolazi kroz niz aktivnosti koje su u Areni modelirane pomoću osnovnih modula:

1. **Create** – dolazak pacijenta (iniciranje entiteta „Pacijent“)
2. **Process (Seize–Delay–Release)** – pojedine aktivnosti:
 - upis iz rezervacija u čekaonicu
 - priprema pacijenta
 - presvlačenje u kabini (ULAZ/IZLAZ)
 - izvođenje pretrage na uređaju
 - pohrana slikovnih podataka
 - otpuštanje pacijenta iz dijagnostike
3. **Decide** – odluka (npr. odustajanje / nedolazak pacijenta)
4. **Dispose** – završetak procesa (odlazak pacijenta iz sustava).

Process - Basic Process												
	Name	Type	Action	Priority	Resources	Delay Type	Units	Allocation	Minimum	Value	Maximum	Report Statistics
1	Upis iz rezervacija u čekaonicu	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Triangular	Minutes	Value Added	0.2	0.5	1	✓
2	Priprema pacijenta _kategorija	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	2 rows	Triangular	Minutes	Value Added	3	5.9	10	✓
3	Izvođenje pretrage _kategorija	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	2 rows	Triangular	Minutes	Value Added	4	5.9	10	✓
4	Pohrana slikovnih podataka _kategorija	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	2 rows	Triangular	Minutes	Value Added	0.2	0.3	0.4	✓
5	Otpuštanje pacijenta _kategorija	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	2 rows	Triangular	Minutes	Value Added	0.5	0.9	2	✓
6	Izbor protokola snimanja na uređaju	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	2 rows	Triangular	Minutes	Value Added	0.1	0.2	0.6	✓
7	Kabina za presvlačenje _kategorija_ULAZ	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Triangular	Minutes	Value Added	0.5	1.9	4	✓
8	Pospremanje dijagnostike _kategorija	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	2 rows	Triangular	Minutes	Value Added	0.5	1.3	3	✓
9	Kabina za presvlačenje _kategorija_IZLAZ	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Triangular	Minutes	Value Added	1	2.4	4	✓
10	Pozivanje pacijenta u dijagnostiku _kategorija	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Triangular	Minutes	Value Added	0.1	0.3	0.7	✓

Slika 6. Prikaz vrijednosti procesa po tipu, radu, prioritetu i vrijednostima resursa i vremena

Izvor: autorica

Svaka pravokutna aktivnost u dijagramu odgovara jednom procesnom (**Process**) modulu u Areni. U tablici procesa (slika 6) za svaku aktivnost definirani su:

- tip akcije (Seize–Delay–Release),
- pridruženi resursi (npr. 1 RT, 2 RT, administrator, kabina, uređaj),
- prioritet,
- tip vremenske distribucije i parametri (minimum, srednje i maksimum).

Za sva vremena trajanja aktivnosti korištena je **triangularna distribucija (eng. Triangular)** izražena u minutama. Parametri distribucije (minimalno, srednje i maksimalno vrijeme) preuzeti su iz empirijskih mjerenja stvarnog rada u jedinici (bilježenje trajanja pripreme, presvlačenja, same pretrage, dokumentiranja i sl.). Time se osigurava da simulacija ne počiva na procjenama, već na izmjerenim vrijednostima.

Svaka aktivnost u procesu (priprema pacijenta, presvlačenje, izbor protokola, izvođenje pretrage, pohrana slika, otpuštanje pacijenta) modelirana je posebnim **procesnim modulom**.

U modulima je korišten obrazac **Seize–Delay–Release**:

- **Seize** – zauzimanje potrebnih resursa (npr. radiološki tehnolog, kabina za presvlačenje, CT/MR uređaj),
- **Delay** – trajanje aktivnosti, zadano triangularnom distribucijom na temelju stvarnih mjerenja,
- **Release** – puštanje resursa na raspolaganje sljedećem pacijentu.

U modelu su definirani sljedeći ključni resursi:

- **Administrator** – zadužen za upis iz rezervacija, provjeru uputnica i administrativnu obradu,
- **Radiološki tehnolog 1 (RT1) i Radiološki tehnolog 2 (RT2)** – neposredna provedba dijagnostičkih postupaka,
- **CT/MR uređaj** – kao glavni tehnički resurs,
- **Kabina za presvlačenje (ULAZ/IZLAZ)** – prostor u kojem pacijent mijenja odjeću prije i nakon pretrage.

Vremenske vrijednosti za svaki od ovih koraka unesene su u Arenu u skladu s tablicom stvarno izmjerenih trajanja (tablica 17 za CT pretrage i tablica 18 za MR pretrage), pri čemu su minimalno, srednje i maksimalno vrijeme postavljene prema empirijskim podacima vezanim uz rad promatrane radiološke jedinice.

Tablica 17. Analiza vremena obrade pacijenata za dijagnostičku obradu na CT uređaju

Pretrage	Upis u čekaonicu			Pozivanje pacijenta u dijagnostiku			Kabina za presvlačenje ULAZ			Priprema pacijenta			Izbor protokola snimanja na uređaju			Izvođenje pretrage			Pohrana slikovnih podataka			Otpuštanje pacijenta			Pospremanje dijagnostike			Kabina za presvlačenje IZLAZ			Izračun iz rada - ulaz izlaz		
	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max
1avP	0,5	0,2	1,0	0,3	0,1	0,7	1,9	0,5	4,0	5,9	3,0	10,0	0,2	0,1	0,6	5,9	4,0	10,0	0,3	0,2	0,4	0,9	0,5	2,0	1,3	0,5	3,0	2,4	1,0	4,0	19,5	15,6	28,3
1bvP	0,6	0,2	1,0	0,3	0,1	0,7	2,3	0,5	6,0	5,7	1,0	10,0	0,2	0,1	0,6	6,5	4,0	10,0	0,3	0,2	0,4	1,3	0,2	3,0	1,3	0,5	3,0	2,4	1,0	4,0	20,8	14,0	28,4
1cvP	0,6	0,2	1,0	0,3	0,1	0,7	0,9	0,5	2,0	2,1	1,0	5,0	0,2	0,1	0,5	3,7	2,0	6,0	0,3	0,2	0,4	0,8	0,2	2,0	0,6	0,2	2,0	1,0	0,5	2,0	10,4	7,3	16,1
1evP	0,6	0,3	1,0	0,3	0,1	0,6	2,7	1,0	5,0	12,1	10,0	16,0	0,2	0,1	0,5	10,5	7,0	14,0	0,3	0,1	0,6	1,2	0,2	3,0	1,1	0,2	2,0	2,4	1,4	1,0	31,4	27,2	39,1
1fvP	0,6	0,3	1,0	0,3	0,1	0,6	2,0	0,5	6,0	3,2	1,0	5,0	0,2	0,1	0,5	5,4	4,0	8,0	0,3	0,1	0,6	1,0	0,2	2,0	0,5	0,1	1,0	2,0	0,5	6,0	15,6	10,6	22,9
1gvP	0,6	0,3	1,0	0,3	0,1	0,6	1,8	0,5	7,0	3,5	2,0	8,0	0,2	0,1	0,5	4,0	2,0	6,0	0,3	0,1	0,6	1,0	0,2	2,0	0,5	0,1	1,1	2,0	0,5	6,0	14,2	7,2	22,1
1hvP	0,6	0,3	1,0	0,4	0,1	0,6	1,6	0,5	5,0	5,9	2,0	11,0	0,2	0,1	0,4	7,4	5,5	9,0	0,3	0,1	0,6	1,2	0,2	3,0	1,2	0,2	4,0	1,5	0,4	5,0	20,2	17,4	22,5

Izvor: autorica

Tablica 18. Analiza vremena obrade pacijenata za dijagnostičku obradu na MR uređaju

Pretraga	Upis u čekaonicu			Pozivanje pacijenta u dijagnostiku			Kabina za presvlačenje ULAZ			Priprema pacijenta			Izbor protokola snimanja na uređaju			Izvođenje pretrage			Pohrana slikovnih podataka			Otpuštanje pacijenta			Pospremanje dijagnostike			Kabina za presvlačenje IZLAZ			Izračun iz rada - ulaz izlaz		
	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max
2avP	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,6	1,1	0,5	3,0	2,3	1,0	3,0	0,9	0,2	2,0	17,5	14,0	20,0	0,3	0,1	0,5	1,2	0,5	2,0	0,3	0,1	0,5	1,7	0,1	4,0	25,9	22,4	29,8
2cvP	0,4	0,2	0,5	0,6	0,1	1,0	1,9	0,1	6,0	2,1	1,0	3,0	0,3	0,1	0,7	21,7	15,0	30,0	0,3	0,1	0,5	1,2	0,5	3,0	0,5	0,1	0,8	2,3	0,5	5,0	31,2	21,5	40,2
2evP	0,6	0,1	1,0	0,3	0,1	0,5	2,4	1,0	5,0	7,7	3,0	15,0	0,5	0,1	1,0	52,6	39,0	60,0	0,3	0,1	0,5	0,9	0,2	1,1	0,4	0,1	0,8	2,5	0,5	6,0	68,1	53,6	78,3
2fvP	0,6	0,1	1,0	0,3	0,1	0,4	1,4	0,1	5,0	1,9	1,0	3,0	0,5	0,2	1,0	21,5	17,0	28,0	0,3	0,1	0,5	1,0	0,2	3,0	0,5	0,1	0,8	2,5	0,5	5,0	30,4	22,5	39,7
2gvP	0,6	0,2	1,0	0,5	0,2	1,0	2,3	0,1	6,0	4,0	1,0	9,0	0,5	0,2	1,0	26,6	18,0	37,0	0,3	0,1	0,5	1,0	0,2	3,0	0,5	0,1	0,9	2,6	0,5	4,0	38,8	24,1	52,4
2hvP	0,6	0,2	1,0	0,5	0,2	1,0	2,1	0,5	4,0	2,1	1,0	3,0	0,5	0,2	1,0	13,9	10,0	17,0	0,3	0,1	0,5	0,9	0,2	3,0	0,4	0,1	0,8	2,3	0,5	4,0	23,6	18,6	29,8
2ivP	0,5	0,2	1,0	0,5	0,2	1,0	3,4	0,4	7,0	6,1	2,0	10,0	0,5	0,2	1,0	26,1	20,0	32,0	0,3	0,1	0,5	0,9	0,2	3,0	0,4	0,1	0,8	2,2	0,5	4,0	40,9	29,2	48,1

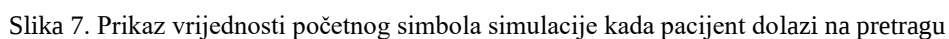
Izvor: autorica

Podaci iz tablice 17 i tablice 18 temeljeni su na prikupljenim i analiziranim stvarnim vremenima dolaska i odlaska pacijenata iz dijagnostike. U izvornom skupu podataka (vP i vPu) zabilježen je mali broj pacijenata s izrazito dugim zadržavanjem u dijagnostici, koji značajno iskrivljuju vrijednosti prosjeka, minimuma i maksimuma. Zbog toga su ti ekstremni slučajevi, kao i prosječni protok hitnih pacijenata (koji dodatno smanjuje mogućnost stabilnog ambulantnog protoka), izostavljeni iz ulaznih podataka za simulacijski model. U simulaciji su korišteni samo reprezentativni, „realni“ podaci o trajanju boravka u dijagnostici, i za CT i za MR, pa se može smatrati da prikazane vrijednosti vjerno odražavaju tipičan proces zadržavanja ambulantnih pacijenata u radiološkoj dijagnostici.

U postavkama vrijednosti rada za radna mjesta administratora i radiološkog tehnologa korištene su bruto satnice izračunate prema važećim službenim izvorima. Izračun je temeljen na Uredbi o nazivima radnih mjesta, uvjetima za raspored i koeficijentima za obračun plaće u javnim službama (NN 22/2024), kao i pripadajućim tablicama koeficijenata složenosti i službenim objašnjenjima i podacima dostupnima od Vlade Republike Hrvatske. Prema toj Uredbi (NN 22/2024), koeficijenti složenosti poslova jasno su definirani za svako radno mjesto – tako je, primjerice, za radno mjesto službenice (administratora) propisan koeficijent 1,43, dok je za radiološkog tehničara određen koeficijent 1,95 (NN 22/2024; Vlada RH, 2024b). Bruto osnovica za 2024. godinu utvrđena je u visini od 947,18 eura (Vlada RH, 2024a). Mjesečna bruto plaća izračunata je množenjem osnovice s odgovarajućim koeficijentom, a bruto satnice izračunate su podjelom tog iznosa s prosječnim mjesečnim fondom sati. Na primjer, za službenicu (administratora) je određena bruto satnica od 7,70 eura, dok je za radiološkog tehnologa osnovna bruto satnica 10,49 eura. Navedeni iznosi su potom uključeni u simulacijski eksperiment.

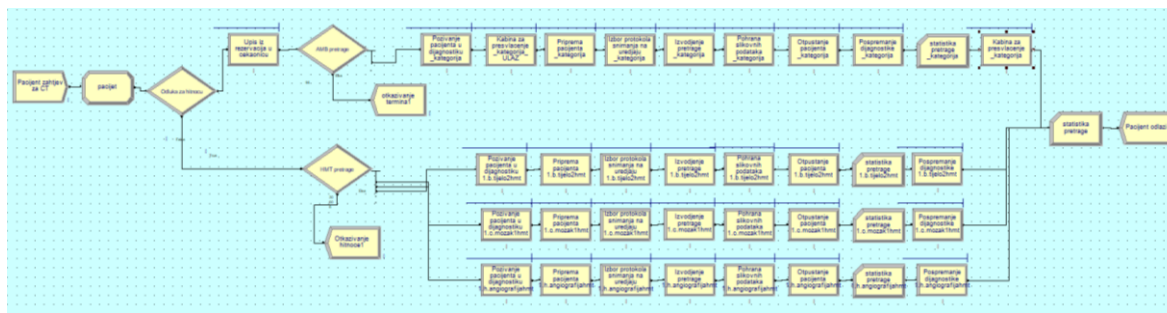
U svim izračunima isključeni su svi zakonski i kolektivni dodaci na plaći (dodaci za uvjete rada, godine staža, posebne odgovornosti i dr.) s ciljem da simulirani izračun prikaže čistu

Simulacijski model započinje modulom **Create**, koji predstavlja dolazak pacijenta na dijagnostičku pretragu (slika 7).



Ovisno o tipu scenarija, dolazak pacijenata definiran je na dva načina:

- 73



Slika 8. Prikaz procesa jedne kategorije pretrage prilikom rada jednog radiološkog tehnologa, uključujući i dolazak hitnih pacijenata

Izvor: autorica

U scenarijima s hitnim pacijentima postavljen je **omjer 70:30 u korist ambulantnih pacijenata**. Struktura hitnih pretraga definirana je na temelju stvarnih podataka: od svih hitnih CT pretraga, približno 60% otpada na kategoriju „mozak“, 30% na „tijelo2“, a 8% na „angiografiju“, dok je preostalih 2% rezervirano za mogućnost da pacijent ne dođe na pretragu ili odustane od nje. Hitni pacijenti u modelu imaju **višu razinu prioriteta** od ambulantnih, čime se oponaša stvarna klinička praksa.

Za ambulantne preglede u varijanti „sve kategorije“ udjeli po kategorijama postavljeni su sukladno realnoj strukturi rada: „tijelo1“ (20 %), „tijelo2“ (44%), „mozak“ (30%), „srce“ (1%), „kralježnica“ (1%), „muskuloskelet“ (1%) i „angiografija“ (1%). Ti su udjeli uneseni u Areni kao vjerojatnosti odabira vrste pretrage pri kreiranju entiteta.

Radi veće preglednosti, tablica 19 prikazuje, za sve kategorije pretraga, zadane vremenske razmake dolazaka pacijenata (u minutama) i tip distribucije koji je korišten u **Create** modulu (*Constant* za ambulantne, *Random* za hitne pacijente). Ova tablica izravno odražava stvarne ili dogovorene termine naručivanja u promatranoj ustanovi. Vrijeme između dolazaka u simulacijama prikazana su dva vremena: jedno prikazuje vrijeme kada su naručene sve pretrage i iznosi 15 minuta, dok drugo vrijeme iznosi točnost narudžbe po kategorijama.

Tablica 19. Parametri modula Create za dolazak pacijenata po kategorijama pretraga

Kategorija pretrage	Tip pacijenta	Udio u ukupnom broju pretraga (%) samo za "sve pretrage"	Tip distribucije vremena između dolazaka	Vrijeme između dolazaka u simulacijama (min)	Napomena (prioritet)
CT „tijelo1“	ambulantni	20	Constant	15 (sve pretrage) 30	standardni prioritet
CT „tijelo2“	ambulantni	44	Constant	15 (sve pretrage) 30	standardni prioritet
CT „mozak“	ambulantni	30	Constant	15 (sve pretrage) 15	standardni prioritet
CT „srce“	ambulantni	1	Constant	15 (sve pretrage)	standardni prioritet

				40	
CT „kralježnica“	ambulantni	1	Constant	15 (sve pretrage) 15	standardni prioritet
CT „muskuloskelet“	ambulantni	1	Constant	15 (sve pretrage) 15	standardni prioritet
CT „angiografija“	ambulantni	1	Constant	15 (sve pretrage) 20	standardni prioritet
MR „tijelo1“	ambulantni	10	Constant	30 (sve pretrage) 30	standardni prioritet
MR „mozak“	ambulantni	20	Constant	30 (sve pretrage) 30	standardni prioritet
MR „srce“	ambulantni	1	Constant	30 (sve pretrage) 60	standardni prioritet
MR „kralježnica“	ambulantni	40	Constant	30 (sve pretrage) 30	standardni prioritet
MR „muskuloskelet“	ambulantni	20	Constant	30 (sve pretrage) 30	standardni prioritet
MR „angiografija“	ambulantni	5	Constant	30 (sve pretrage) 30	standardni prioritet
MR „dojke“	ambulantni	2	Constant	30 (sve pretrage) 30	standardni prioritet
CT „mozak“	hitni	60 (od hitnih CT pretraga)	Random	prema srednjem vremenu dolaska hitnih CT	visoki prioritet u odnosu na ambulantne
CT „tijelo2“	hitni	30 (od hitnih CT pretraga)	Random	prema srednjem vremenu dolaska hitnih CT	visoki prioritet u odnosu na ambulantne
CT „angiografija“	hitni	8 (od hitnih CT pretraga)	Random	prema srednjem vremenu dolaska hitnih CT	visoki prioritet u odnosu na ambulantne
– (nedolazak/odustajanje)	–	2 (od svih zakazanih)	–	–	modelirano u <i>Decide</i> modulu (no-show 2%)

Izvor: autorica

Tablica 19 prikazuje postavke modula *Create* za sve uključene kategorije CT i MR pretraga, pri čemu su za ambulantne pacijente vremena između dolazaka zadana kao konstantne vrijednosti (naručeni termini), dok su dolasci hitnih pacijenata modelirani slučajnim varijablama. U tablici su navedeni i relativni udjeli pojedinih kategorija pretraga u ukupnom broju pregleda, kao i razdioba hitnih CT pretraga po indikacijama, čime se simulacijski model usklađuje sa stvarnom strukturom rada promatrane dijagnostičke jedinice. U scenariju „sve pretrage“ udio u ukupnom broju pretraga iskazan je postotno za svaku pojedinu pretragu koja ulazi u proces, dok je u ostalim scenarijima, gdje se modelira samo jedna vrsta pretrage, u proces uključena isključivo ta kategorija. Takav pristup omogućuje da dinamika dolazaka pacijenata u modelu vjerno odražava stvarne obrasce opterećenja sustava.

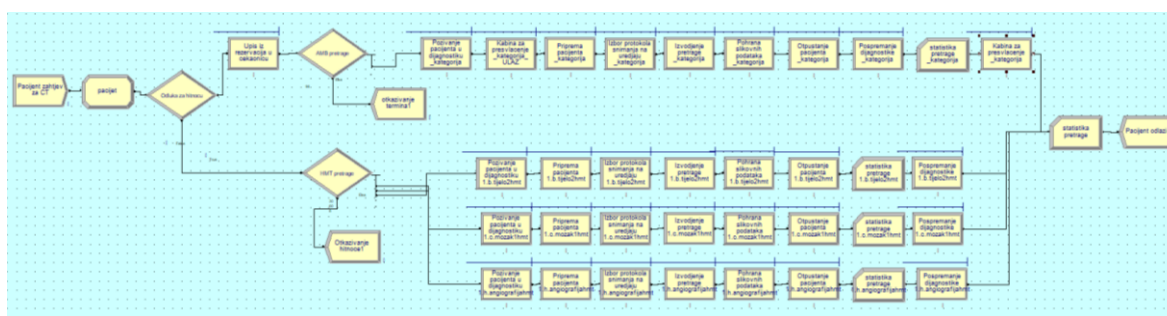
U procesu je uključen i **Decide modul** (simbol romba na dijagramu) koji modelira mogućnost da pacijent:

- odustane od pretrage
- ne dođe na naručeni termin

Na temelju analize stvarnih podataka o nedolascima, u svim simulacijama postavljena je vjerojatnost od 2% da pacijent neće pristupiti pretrazi. U slučaju pozitivnog ishoda ove

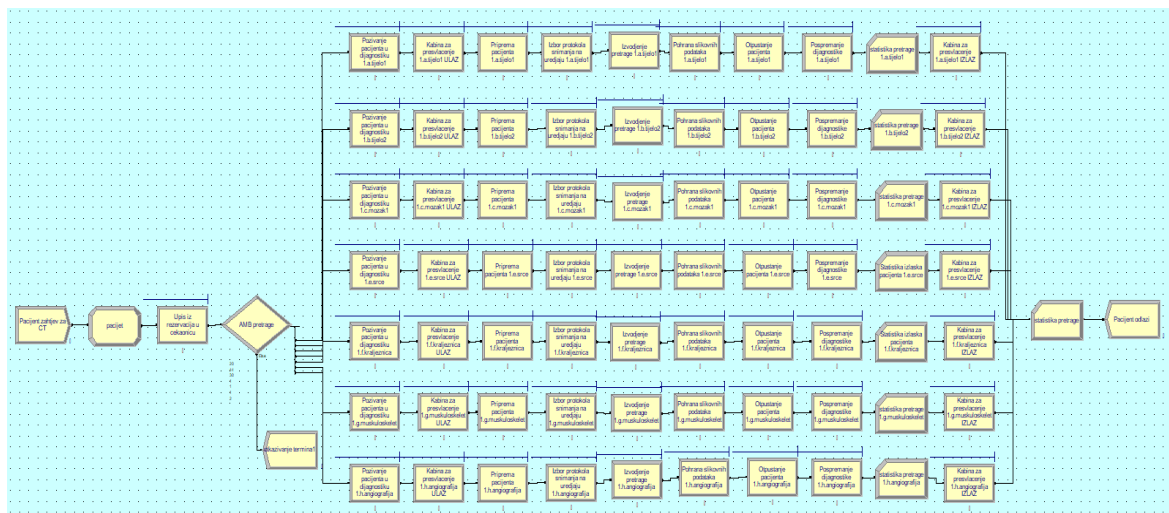
Za svaku kategoriju pretraga konstruirane su odvojene procesne sheme:

- Sve varijante polaze od istog AS-IS opisa procesa, a razlikuju se isključivo u broju raspoloživih tehnologa i strukturi dolazaka pacijenata. Slika 9 prikazuje proces rada na CT-u prilikom rada jednog radiološkog tehnologa uključujući dokazak hitnih pacijenata.



Izvor: autorica

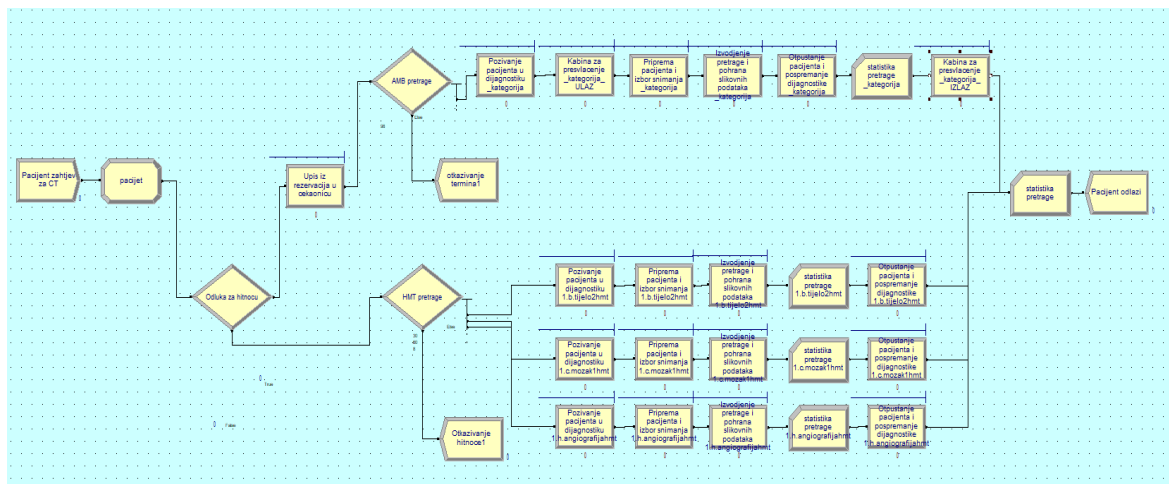
76



Slika 10. Prikaz procesa svih kategorija pretraga prilikom rada jednog radiološkog tehnologa

Izvor: autorica

Na ulazu, entitet „pacijent“ dolazi iz liste narudžbi u točno definiranom intervalu (naručeni ambulantni termini), nakon čega se u modulu odluke razvrstava prema kategoriji pretrage (tijelo1, tijelo2, mozak, srce, kralježnica, muskuloskelet, angiografija...). Za svaku kategoriju formirana je zasebna grana procesa s istim slijedom aktivnosti: ulazak u kabinu za presvlačenje, priprema pacijenta, pozicioniranje, izvođenje CT pretrage, pohrana slikovnih podataka, završna provjera te izlazak iz kabine. Sve aktivnosti koriste isti resurs radiološkog tehnologa i pripadajuće tehničke resurse (kabina, CT uređaj) pa model omogućuje praćenje opterećenja RT-a i uređaja u uvjetima isključivo planiranog, ambulantnog rada. Na završetku se svi tokovi ponovno spajaju u zajednički izlaz, gdje se prikupljaju podaci o vremenu čekanja, trajanju obrade, broju obrađenih pacijenata i iskorištenosti resursa za sve CT pretrage u jednoj smjeni.

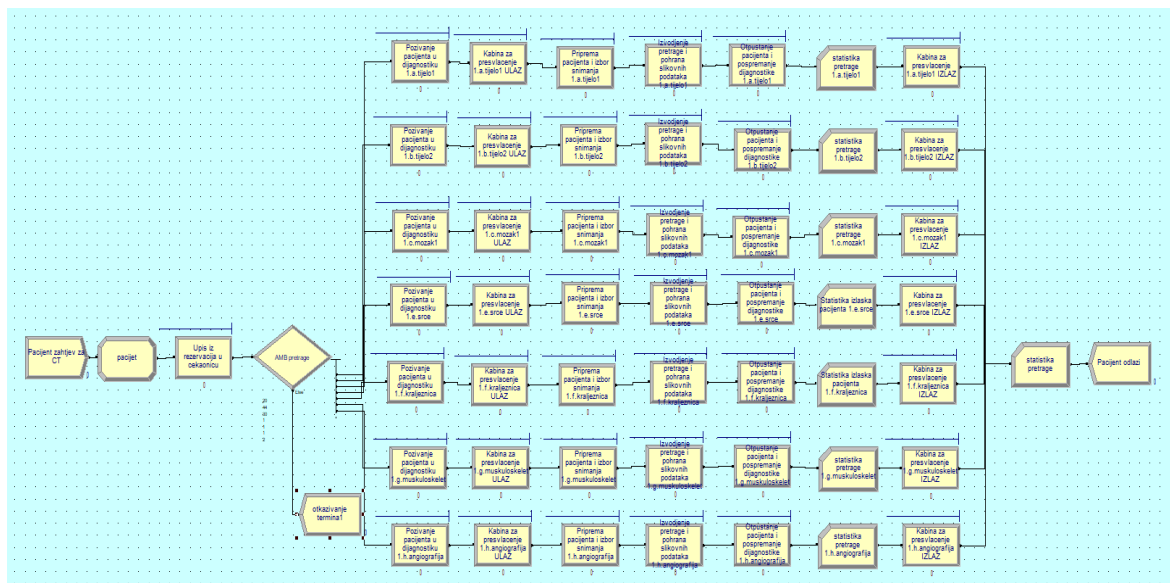


Slika 12. Prikaz procesa jedne kategorije pretrage prilikom rada dva radiološka tehnologa, uključujući i hitne pretrage

Izvor: autorica

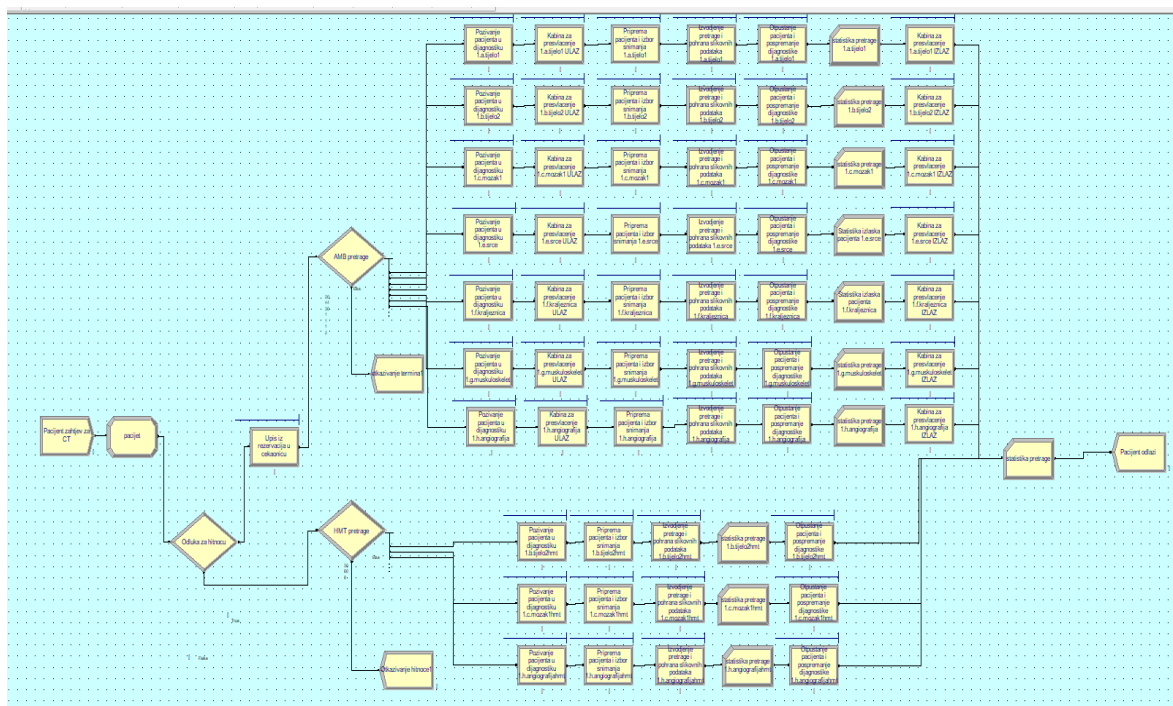
Slika 12 prikazuje logiku simulacijskog modela u Areni za jednu kategoriju CT pretrage u scenariju rada s dva radiološka tehnologa, pri čemu su u proces uključeni i ambulantni i hitni pacijenti. Na ulazu u model entitet „pacijent“ najprije prolazi kroz modul odluke o hitnosti, kojim se pacijenti razvrstavaju na planirane (ambulantne) i hitne. Ambulantni pacijenti upisuju se iz rezervacija u čekaonicu te zatim prolaze niz standardiziranih aktivnosti: administrativnu obradu, pripremu pacijenta, presvlačenje u kabini, izvođenje pretrage na CT uređaju, pohranu slikovnih podataka, završno otpuštanje i povratak u čekaonicu. Hitni pacijenti vode se zasebnom granom procesa, ali prolaze iste ključne korake, uz dodijeljeni viši prioritet pri zauzimanju resursa (radiološki tehnolog, CT uređaj), čime se oponaša klinička praksa u kojoj hitni slučajevi imaju prednost pred ambulantnima. U model je ugrađen i modul odluke kojim se dio pacijenata „odbacuje“, odnosno simulira stvarna pojava nedolaska ili odustajanja od pretrage. Obje grane – hitna i ambulantna – spajaju se u zajednički izlazni dio procesa, gdje se prikupljaju statistike o vremenu čekanja, vremenu obrade, ukupnom vremenu boravka pacijenta u dijagnostici, broju obrađenih pacijenata te iskorištenosti resursa. Na taj način se ilustrira kako dva radiološka tehnologa moraju paralelno opsluživati dvije skupine pacijenata različitog prioriteta, a simulacija omogućuje kvantitativnu procjenu utjecaja takvog opterećenja na protok, vrijeme čekanja i ukupnu učinkovitost CT dijagnostike.

Slika 13 prikazuje isti scenarij kao i slika 10, s uključenim drugim radiološkim tehnologom, a slika 14 s uključenim hitnim pacijentima.



Slika 13. Prikaz procesa svih kategorija pretraga prilikom rada dva radiološka tehnologa

Izvor: autorica



Slika 14. Prikaz procesa svih kategorija pretraga rada dva radiološka tehnologa, uključujući i hitne pretrage

Izvor: autorica

Kako bi se osigurala stabilnost i pouzdanost rezultata, svaki scenarij pokrenut je u **10 replikacija** osmosatne smjene. U svakoj replikaciji generator slučajnih brojeva daje različite

realizacije vremena trajanja aktivnosti i dolazaka pacijenata, a završni rezultati prikazuju **prosječne vrijednosti** svih replikacija (vrijeme čekanja, vrijeme obrade, broj ulaza i izlaza pacijenata, iskorištenost resursa, troškovi).

Nakon izvođenja simulacija provedena je usporedba simulacijskih rezultata sa stvarno izmjerenim podacima (vrijeme dolaska i boravka pacijenata, prosječno trajanje pretraga, broj pretraga po smjeni), što je prikazano na slikama 20 i 21. U mjeri u kojoj simulacijske vrijednosti reproduciraju stvarne pokazatelje (razlike su unutar očekivanog intervala), model se smatra validnim prikazom ponašanja sustava u postojećem stanju, čime se stvara pouzdana osnova za daljnje analize optimizacije.

Analiza simuliranih i stvarnih vrijednosti kod CT dijagnostike

Tablica 20. prikazuje usporedbu prosječnog vremena boravka pacijenta u procesu i broja obrađenih pacijenata između simuliranog i stvarnog AS-IS stanja za pojedine CT kategorije.

Tablica 20. Usporedba simuliranih i stvarnih vrijednosti protoka te broja entiteta u procesu CT dijagnostike, s jednim radiološkim tehnologom

CT	Vrijeme entiteta kroz proces (min)			Broj entiteta		
	AS-IS simulirano stanje	AS-IS stvarno stanje	Razlika (%)	AS-IS simulirano stanje	AS-IS stvarno stanje	Razlika (%)
1a.tijelo1	20,69	20,16	-2,56	16	12	-25,00
1b.tijelo2	22,37	22,19	-0,80	16	12	-25,00
1c.mozak	11,12	11,99	7,82	31	19	-38,71
1e.srce	31,46	31,34	0,38	11	8	-27,27
1f.kralježnica	17,16	17,07	0,52	30	22	-26,67
1g.muskuloskelet	17,06	17,06	0,00	31	23	-25,81
1h.angiografija	22,32	22,27	0,22	22	16	-27,27

Izvor: autorica

Vidljivo je da su simulacijske vrijednosti vremena kroz proces u svim kategorijama unutar približno 10 % stvarno izmjerenih vrijednosti, što potvrđuje da model vjerodostojno oponaša trajanje dijagnostičkog postupka. Istodobno, simulirani broj pacijenata po smjeni veći je od stvarnog, što odražava činjenicu da model koristi puni teorijski kapacitet prema zadanim intervalima naručivanja, dok je u praksi broj realiziranih pretraga manji zbog nedolazaka i organizacijskih ograničenja. Kod stvarnih vrijednosti rada vrijeme naručivanja je manje od osamsatnog radnog vremena što uključuje kalibraciju uređaja i odmor osoblja. Na temelju

ovakvog stupnja slaganja, simulacijski model može se smatrati dovoljno pouzdanim za daljnje analize i optimizacijske scenarije.

Opsežna tablica 21 prikazuje usporedbu simuliranih i stvarnih vrijednosti protoka te broja entiteta za različite CT pretrage, s detaljnim naglaskom na financijski aspekt, vremensku učinkovitost, korištenje resursa i broj protoka pacijenata za svaki segment. Analizirane su sve skupine pretraga, uključujući hitne medicinske postupke, u varijantama rada s jednim i s dva radiološka tehnologa, pri čemu se promatra ukupni trošak, trošak rada i neradnog udjela, ostvareni prihod i profit, ukupno vrijeme boravka pacijenta u procesu, vrijeme čekanja i vrijeme obrade te broj ulazaka i izlazaka pacijenata po smjeni.

Tablica 21. Usporedba simuliranih i stvarnih vrijednosti protoka te broja entiteta u procesu CT dijagnostike

CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prirhod od pretage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina/s	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND	vrijeme naruđbe	sati naruđbe
ove pretage i hmt 1RT AS-IS stvarno stanje	87	45	42	1779,96	47,63	30,56	17,07	24	21	3	79	16	81	0	1,02	40,57	0,00	35,94	9,52	0,00	6	15
ove pretage i hmt 1RT AS-IS simulirano stanje	116	59	57	2373,28	50,96	33,86	17,09	34	28	3	81	17	84	0	1,43	55,85	0,00	47,85	10,94	0,00	8	15
Razlika	29	14	15	593,32	3,33	3,30	0,02	10	7	0	2	1	3	0	0,41	15,28	0,00	11,91	1,42	0,00		
ove pretage i hmt 2RT AS-IS stvarno stanje	137	65	72	1864,72	37,24	21,96	15,29	25	22	3	72	17	70	72	1,02	35,20	36,08	35,94	14,90	14,01	6	15
ove pretage i hmt 2RT AS-IS simulirano stanje	183	88	95	2373,28	40,56	25,51	15,05	33	28	3	71	17	70	71	1,40	46,06	47,11	47,90	20,72	19,66	8	15
Razlika	46	23	23	508,56	3,32	3,55	-0,24	8	6	0	-1	0	0	-1	0,38	10,86	11,03	11,96	5,82	5,65		
ove pretage 1RT AS-IS stvarno stanje	87	45	42	1779,96	49,58	31,99	17,59	26	21	4	78	24	80	0	1,48	40,39	0,00	35,48	9,45	0,00	6	15
ove pretage 1RT AS-IS simulirano stanje	116	59	57	2458,04	53,76	36,25	17,51	35	29	4	80	24	82	0	1,99	55,27	0,00	47,29	11,49	0,00	8	15
Razlika	29	14	15	678,08	4,18	4,26	-0,08	9	8	0	2	0	2	0	0,51	14,88	0,00	11,81	2,04	0,00		
ove pretage 2RT AS-IS stvarno stanje	138	71	67	1779,96	32,90	17,18	15,72	24	21	4	67	24	63	67	1,44	31,67	33,40	35,51	18,52	16,71	6	15
ove pretage 2RT AS-IS simulirano stanje	183	91	92	2542,80	36,24	20,32	15,91	33	30	4	69	25	66	70	1,91	43,89	46,38	47,36	23,15	20,55	8	15
Razlika	45	20	25	762,84	3,34	3,14	0,19	9	9	0	2	1	3	3	0,47	12,22	12,98	11,85	4,63	3,84		
a.tijelo1 i hmt 1RT AS-IS stvarno stanje	72	52	20	762,84	30,60	10,30	20,29	10	9	1	47	9	48	0	0,37	20,07	0,00	30,43	21,72	0,00	6	30
a.tijelo1 i hmt 1RT AS-IS simulirano stanje	116	83	33	1186,64	29,65	9,75	19,90	16	14	1	47	9	48	0	0,62	32,02	0,00	48,66	34,74	0,00	8	30
Razlika	44	31	13	423,80	-0,95	-0,55	-0,39	6	5	0	0	0	0	0	0,25	11,95	0,00	18,23	13,02	0,00		
a.tijelo1 i hmt 2RT AS-IS stvarno stanje	115	87	28	762,84	22,06	4,86	17,20	9	9	1	38	9	27	39	0,36	11,26	16,11	30,44	30,66	25,76	6	30
a.tijelo1 i hmt 2RT AS-IS simulirano stanje	183	134	49	1271,40	23,25	5,68	17,58	16	15	1	43	10	30	43	0,64	19,78	28,97	48,64	47,16	37,96	8	30
Razlika	68	47	21	508,56	1,19	0,82	0,38	7	6	0	5	1	3	4	0,28	8,52	12,86	18,20	16,50	12,20		
a.tijelo1 1RT AS-IS stvarno stanje	72	49	23	932,36	33,75	13,59	20,16	12	11	2	53	15	55	0	0,65	22,82	0,00	30,15	19,01	0,00	6	30
a.tijelo1 1RT AS-IS simulirano stanje	116	80	36	1356,16	33,36	12,67	20,69	17	16	2	51	13	53	0	0,99	35,25	0,00	48,28	31,82	0,00	8	30
Razlika	44	31	13	423,80	-0,39	-0,92	0,53	5	5	0	-2	-2	-2	0	0,34	12,43	0,00	18,13	12,81	0,00		
a.tijelo2 2RT AS-IS stvarno stanje	115	78	37	1017,12	29,51	10,14	19,37	13	12	3	55	18	30	56	0,78	12,75	23,52	30,02	29,19	18,32	6	30
a.tijelo2 2RT AS-IS simulirano stanje	183	125	58	1610,44	32,89	13,75	19,14	20	19	2	54	18	30	56	1,20	20,10	37,15	48,08	46,94	29,73	8	30
Razlika	68	47	21	593,32	3,38	3,61	-0,23	7	7	-1	-1	0	0	0	0,42	7,35	13,63	18,06	17,75	11,41		
b.tijelo2 i hmt 1RT AS-IS stvarno stanje	73	53	20	1525,68	30,80	9,93	20,87	9	9	1	45	9	46	0	0,31	19,22	0,00	30,49	22,59	0,00	6	30
b.tijelo2 i hmt 1RT AS-IS simulirano stanje	116	83	33	2542,80	31,92	11,70	20,21	15	15	1	48	11	49	0	0,57	32,91	0,00	48,70	34,02	0,00	8	30
Razlika	43	30	13	1017,12	1,12	1,77	-0,66	6	6	0	3	2	3	0	0,26	13,69	0,00	18,21	11,43	0,00		
b.tijelo2 i hmt 2RT AS-IS stvarno stanje	114	82	32	1525,68	21,92	4,24	17,68	9	9	1	38	11	39	38	0,36	16,07	15,63	30,43	25,77	26,21	6	30
b.tijelo2 i hmt 2RT AS-IS simulirano stanje	183	124	59	2712,32	23,92	5,85	18,07	16	16	1	43	13	44	43	0,68	29,51	28,71	48,60	37,44	38,24	8	30
Razlika	69	42	27	1186,64	2,00	1,61	0,39	7	7	0	5	2	5	5	0,32	13,44	13,08	18,17	11,67	12,03		
b.tijelo2 1RT AS-IS stvarno stanje	73	48	25	1864,72	32,57	10,38	22,19	12	11	2	56	19	58	0	0,66	23,89	0,00	30,14	17,81	0,00	6	30
b.tijelo2 1RT AS-IS simulirano stanje	117	79	38	2712,32	32,53	10,15	22,37	17	16	2	53	18	55	0	0,99	36,53	0,00	48,28	30,52	0,00	8	30
Razlika	44	31	13	847,60	-0,04	-0,23	0,18	5	5	0	-3	-1	-3	0	0,33	12,64	0,00	18,14	12,71	0,00		
b.tijelo2 2RT AS-IS stvarno stanje	115	74	41	1695,20	29,26	9,16	20,10	11	10	2	47	19	49	47	0,65	20,21	19,66	30,15	21,60	22,15	6	30
b.tijelo2 2RT AS-IS simulirano stanje	183	122	61	2712,32	28,34	8,50	19,84	17	16	2	45	18	46	46	0,97	30,66	29,83	48,31	36,35	37,19	8	30
Razlika	68	48	20	1017,12	-0,92	-0,66	-0,26	6	6	0	-2	-1	-3	-1	0,32	10,45	10,17	18,16	14,75	15,04		
c.mozak i hmt 1RT AS-IS stvarno stanje	73	44	29	1525,68	25,61	12,81	12,78	20	18	3	65	10	67	0	0,84	27,99	0,00	29,96	13,73	0,00	6	15
c.mozak i hmt 1RT AS-IS simulirano stanje	116	68	48	2542,80	25,98	13,16	12,81	34	30	3	68	10	70	0	1,40	47,09	0,00	47,88	19,85	0,00	8	15
Razlika	43	24	19	1017,12	0,37	0,35	0,03	14	12	0	3	0	3	0	0,56	19,10	0,00	17,92	6,12	0,00		
c.mozak i hmt 2RT AS-IS stvarno stanje	115	61	54	1610,44	20,71	8,82	11,88	21	19	3	62	10	64	62	0,80	26,87	25,87	30,00	15,90	16,90	6	15
c.mozak i hmt 2RT AS-IS simulirano stanje	184	97	87	2712,32	21,60	9,94	11,66	33	32	3	63	10	65	63	1,30	43,45	41,87	47,98	23,50	25,08	8	15
Razlika	69	36	33	1101,88	0,89	1,12	-0,22	12	13	0	1	0	1	1	0,50	16,58	16,00	17,98	7,60	8,18		
c.mozak 1RT AS-IS stvarno stanje	72	47	25	1610,44	18,27	6,27	11,99	21	19	4	56	14	59	0	1,19	24,23	0,00	26,61	17,38	0,00	6	15
c.mozak 1RT AS-IS simulirano stanje	116	75	41	2627,56	19,50	7,49	11,12	32	31	4	56	14	59	0	1,82	39,31	0,00	47,45	27,69	0,00	8	15
Razlika	44	28	16	1017,12	1,23	1,22	-0,87	11	12	0	0	0	0	0	0,63	15,08	0,00	20,84	10,31	0,00		
c.mozak 2RT AS-IS stvarno stanje	114	88	26	1610,44	21,74	9,94	11,79	22	19	4	57	14	32	28	1,26	13,45	11,48	29,54	28,48	30,31	6	15
c.mozak 2RT AS-IS simulirano stanje	183	140	43	2712,32	24,43	12,45	11,98	33	32	4	59	15	33	29	1,97	21,83	19,34	47,31	45,22	47,77	8	15
Razlika	69	52	17	1101,88	2,69	2,51	0,19	11	13	0	2	1	1	1	0,71	8,38	7,86	17,77	16,74	17,46		
e.svrce i hmt 1RT AS-IS stvarno stanje	87	60	27	3156,40	44,12	10,02	28,10	9	8	1	53	8	53	0	0,36	26,46	0,00	36,60	23,54	0,00	6	40
e.svrce i hmt 1RT AS-IS simulirano stanje	116	80	36	4340,05	42,67	15,76	26,90	12	11	1	52	8	53	0	0,49	35,54	0,00	48,89	31,30	0,00	8	40
Razlika	29	20	9	1183,65	-1,45	5,74	-1,20	3	3	0	-1	0	0	0	0,13	9,08	0,00	12,29	7,76	0,00		
e.svrce i hmt 2RT AS-IS stvarno stanje	137	89	48	3156,40	38,10	12,33	25,77	9	8	1	48	8	49	48	0,36	24,18	23,78	36,60	25,92	26,31	6	40
e.svrce i hmt 2RT AS-IS simulirano stanje	184	112	72	4340,05	40,28	14,31	25,96	13	11	1	53	9	53	53	0,53	35,44	34,88	48,74	31,30	31,85	8	40
Razlika	47	23	24	1183,65	2,18	1,98	0,19	4	3	0	5	1	4	5	0,17	11,26	11,10	12,14	5,38	5,54		
e.svrce 1RT AS-IS stvarno stanje	87	56	31	3156,40	61,19	29,85	31,34	10	8	2	59	12	60	0	0,58	29,94	0,00	36,38	20,01	0,00	6	40
e.svrce 1RT AS-IS simulirano stanje	115	74	41	4340,05	61,32	29,86	31,46	13	11	2	61	13	62	0	0,77	40,69	0,00	48,51	25,56	0,00	8	40
Razlika	28	18	10	1183,65	0,13	0,01	0,12	3	3	0	2	1	2	0	0,19	10,75	0,00	12,13	5,55	0,00		
e.svrce 2RT AS-IS stvarno stanje	136	71	65	3550,95	55,89	25,49	30,32	11	9	2	65	15	66	65	0,64	32,44	31,95	36,32	17,80	17,57	6	40
e.svrce 2RT AS-IS simulirano stanje	183	99	84	5129,15	56,20	26,27	29,93	13	13	2	62	14	63	62	0,79	41,81	41,20	48,52	24,92	25,52	8	40
Razlika	47	28	19	1578,20	0,31	0,78	-0,39	2	4	0	-3	-1	-3	-3	0,15	9,37	9,25	12,20	7,12	7,95		
f.kralježnica i hmt 1RT AS-IS stvarno stanje	87	48	39	1779,96	43,05	26,39	16,66	24	21	2	74	23	76	0	0,83	37,95	0,00	36,13	12,24	0,0		

Iz tablice se može uočiti da su prosječna ukupna vremena boravka pacijenta u procesu (ukupno vrijeme, vrijeme čekanja i vrijeme obrade) u simuliranom AS-IS scenariju vrlo bliska izmjerenim vrijednostima – razlike su u većini kategorija pretraga unutar nekoliko minuta, odnosno približno 5-10 % (primjerice „tijelo1“, „tijelo2“, „mozak“, „kralježnica“, „muskuloskelet“, „angiografija“). Istodobno, simulacijski model u oba scenarija (1RT i 2RT) generira veći broj ulazaka i izlazaka pacijenata po smjeni u odnosu na stvarno stanje (npr. u scenariju „sve pretrage i hitne pretrage“ broj izlaza raste s 21 na 28 kod 1RT, odnosno dodatno raste kod 2RT), što se izravno odražava na povećanje ukupnog prihoda po smjeni. Iskorištenost ključnih resursa (administrator, CT uređaj, kabina za presvlačenje, RT1 i RT2) u simulaciji je u pravilu viša nego u zabilježenoj praksi, što pokazuje da model koristi gotovo puni raspoloživi kapacitet sustava uz tek umjereno povećanje vremena čekanja. Ovakav obrazac upućuje na to da izrađeni simulacijski model vjerno reproducira stvarne vremenske karakteristike CT procesa, ali istodobno pokazuje kako bi se, uz bolju organizaciju naručivanja, optimalnu raspodjelu posla između RT1 i RT2 te smanjivanje praznih termina, mogao ostvariti veći broj pretraga i veći prihod bez značajnog produljenja boravka pacijenta u dijagnostici.

Analiza simuliranih i stvarnih vrijednosti kod MR dijagnostike

U ovom dijelu prikazana je usporedba prosječnog vremena boravka pacijenta u procesu te broja učinjenih MR pretraga između simuliranog i stvarnog AS-IS stanja, kako je prikazano u tablici 22.

Tablica 22. Usporedba simuliranih i stvarnih vrijednosti protoka te broja entiteta u procesu MR dijagnostike, s jednim radiološkim tehnologom

CT	Vrijeme entiteta kroz proces (min)			Broj entiteta		
	AS-IS simulirano stanje	AS-IS stvarno stanje	Razlika (%)	AS-IS simulirano stanje	AS-IS stvarno stanje	Razlika (%)
2a.tijelo1	25,90	25,84	0,00	15	13	-13,33
2c.mozak	32,68	32,80	0,00	15	12	-20,00
2e.srce	64,96	64,33	-0,01	6	6	0,00
2f.kralježnica	31,22	30,99	-0,01	14	12	-14,29
2g.muskuloskelet	38,20	38,05	0,00	12	10	-16,67
2h.angiografija	18,20	18,04	-0,01	17	15	-11,76
2i.dojke	39,60	39,45	0,00	12	12	0,00

Izvor: autorica

U svim promatranim kategorijama (tijelo1, mozak, srce, kralježnica, muskuloskelet, angiografija i dojke) simulacijske vrijednosti vremena kroz proces nema odstupanja od stvarnih podataka, što ukazuje na vrlo dobru usklađenost modela s realnim trajanjem MR postupaka. S druge strane, simulirani broj obrađenih pacijenata po smjeni uglavnom je veći od stvarnog, što odražava činjenicu da model koristi puni potencijal kapaciteta prema zadanim intervalima naručivanja, dok je u praksi ostvareni volumen nešto niži zbog organizacijskih ograničenja i nedolazaka. U stvarnim uvjetima naručivanje pacijenata ne pokriva punih osam sati smjene, budući da je dio radnog vremena rezerviran za redovite stanke osoblja. Takav stupanj slaganja potvrđuje da je izrađeni simulacijski model adekvatan za analizu i planiranje promjena u organizaciji MR dijagnostike.

Tablica 23. prikazuje usporedbu simuliranih i stvarnih vrijednosti za MR dijagnostiku, i to po pojedinim kategorijama pretraga (tijelo1, mozak, srce, kralježnica, muskuloskelet, angiografija, dojke) te za agregiranu skupinu „sve pretrage“, u varijantama rada s jednim (1RT) i dva radiološka tehnologa (2RT).

Tablica 23. Usporedba simuliranih i stvarnih vrijednosti protoka te broja entiteta u procesu MR dijagnostike

MR	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prinoh od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	MR%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND	vrijeme narudžbe	sat narudžbe
sve pretrage 1RT AS-IS stvarno stanje	101	53	48	1780,20	70,77	38,44	32,34	15	12	2	80	15	81	0	0,87	46,83	0,00	42,25	11,18	0,00	30	7
sve pretrage 1RT AS-IS simulirano stanje	116	62	54	1928,55	73,32	41,20	32,12	17	13	2	79	15	80	0	0,98	52,75	0,00	48,30	13,50	0,00	30	8
Razlika	15	9	6	148,35	2,55	2,76	-0,22	2	1	0	-1	0	-1	0	0,11	5,92	0,00	6,05	2,32	0,00		
sve pretrage 2RT AS-IS stvarno stanje	159	68	91	1928,55	68,40	37,12	31,28	16	13	2	77	17	78	77	0,94	45,39	44,54	42,18	12,67	13,52	30	7
sve pretrage 2RT AS-IS simulirano stanje	181	77	104	2076,90	69,28	37,90	31,38	18	14	2	78	16	79	78	1,06	51,97	51,01	48,22	13,83	14,70	30	8
Razlika	22	9	13	148,35	0,88	0,78	0,10	2	1	0	1	-1	1	1	0,12	6,58	6,47	6,04	1,16	1,18		
a.tijelo1 1RT AS-IS stvarno stanje	101	60	40	1928,55	43,50	17,67	25,84	15	13	2	68	11	70	0	0,81	39,64	0,00	42,31	18,03	0,00	30	7
a.tijelo1 1RT AS-IS simulirano stanje	116	68	46	2225,25	44,41	18,50	25,90	18	15	2	70	12	71	0	0,99	47,14	0,00	48,29	19,28	0,00	30	8
Razlika	15	8	6	296,70	0,91	0,83	0,06	3	2	0	2	1	1	0	0,18	7,50	0,00	5,98	1,25	0,00		
a.tijelo1 2RT AS-IS stvarno stanje	159	85	75	1928,55	44,79	20,00	24,79	15	13	2	63	12	64	63	0,83	37,20	36,57	42,29	20,94	21,58	30	7
a.tijelo1 2RT AS-IS simulirano stanje	182	100	82	2076,90	45,89	21,04	24,85	16	14	2	61	11	62	61	0,91	40,90	40,22	48,37	25,50	26,19	30	8
Razlika	23	15	7	148,35	1,10	1,04	0,06	1	1	0	-2	-1	-2	-2	0,08	3,70	3,65	6,08	4,56	4,61		
c.mozak 1RT AS-IS stvarno stanje	100	50	50	1780,20	77,63	44,82	32,80	17	12	2	84	16	86	0	0,96	49,35	0,00	42,16	8,02	0,00	30	7
c.mozak 1RT AS-IS simulirano stanje	116	58	58	2225,25	88,29	55,61	32,68	19	15	2	84	17	86	0	1,06	57,21	0,00	48,22	9,28	0,00	30	8
Razlika	16	8	8	445,05	10,66	10,79	-0,12	2	3	0	0	1	0	0	0,10	7,86	0,00	6,06	1,26	0,00		
c.mozak 2RT AS-IS stvarno stanje	159	65	93	1780,20	66,08	34,08	32,00	16	12	2	79	17	81	79	0,92	46,82	45,66	42,20	11,03	12,20	30	7
c.mozak 2RT AS-IS simulirano stanje	181	73	108	2225,25	74,14	42,22	31,93	18	15	2	80	17	82	80	1,03	54,17	52,84	48,25	11,82	13,15	30	8
Razlika	22	8	15	445,05	8,06	8,14	-0,07	2	3	0	1	0	1	1	0,11	7,35	7,18	6,05	0,79	0,95		
e.srce 1RT AS-IS stvarno stanje	99	52	47	1633,45	124,28	59,95	64,33	8	5	1	84	7	84	0	0,47	46,51	0,00	42,65	9,35	0,00	60	7
e.srce 1RT AS-IS simulirano stanje	112	59	54	1960,14	136,00	71,05	64,96	10	6	1	85	7	85	0	0,54	53,06	0,00	48,74	9,96	0,00	60	8
Razlika	13	7	7	326,69	11,72	11,10	0,63	2	1	0	1	0	1	0	0,07	6,55	0,00	6,09	0,61	0,00		
e.srce 2RT AS-IS stvarno stanje	157	68	88	1633,45	122,24	56,00	66,23	9	5	1	78	8	79	78	0,51	44,12	43,83	42,61	12,61	12,90	60	7
e.srce 2RT AS-IS simulirano stanje	178	102	76	1633,45	125,50	59,19	66,30	10	5	1	79	8	80	79	0,55	50,76	50,44	48,73	13,55	13,88	60	8
Razlika	21	34	-12	0,00	3,26	3,19	0,07	1	0	0	1	0	1	1	0,04	6,64	6,61	6,12	0,94	0,98		
f.kralježnica 1RT AS-IS stvarno stanje	101	54	47	1780,20	65,99	35,00	30,99	16	12	2	79	14	80	0	0,93	46,14	0,00	42,19	11,60	0,00	30	7
f.kralježnica 1RT AS-IS simulirano stanje	116	61	54	2076,90	76,55	45,33	31,22	18	14	2	80	14	81	0	1,05	53,44	0,00	48,23	12,93	0,00	30	8
Razlika	15	7	7	296,70	10,56	10,33	0,23	2	2	0	1	0	1	0	0,12	7,30	0,00	6,04	1,33	0,00		
f.kralježnica 2RT AS-IS stvarno stanje	159	75	84	1780,20	59,73	28,81	30,91	14	12	2	72	15	72	72	0,80	41,92	41,40	42,32	16,18	16,70	30	7
f.kralježnica 2RT AS-IS simulirano stanje	181	83	98	1928,55	60,92	30,47	30,45	16	13	2	74	14	74	74	0,91	48,82	48,26	48,37	17,13	17,70	30	8
Razlika	22	8	14	148,35	1,19	1,66	-0,46	2	1	0	2	-1	2	2	0,11	6,90	6,86	6,05	0,95	1,00		
g.muskuloskelet 1RT AS-IS stvarno stanje	101	52	49	1483,50	76,79	38,73	38,05	14	10	2	82	13	84	0	0,79	47,99	0,00	42,33	9,49	0,00	30	7
g.muskuloskelet 1RT AS-IS simulirano stanje	116	58	57	1780,20	91,76	53,56	38,20	16	12	2	83	13	85	0	0,92	56,28	0,00	48,36	10,11	0,00	30	8
Razlika	15	6	8	296,70	14,97	14,83	0,15	2	2	0	1	0	1	0	0,13	8,29	0,00	6,03	0,62	0,00		
g.muskuloskelet 2RT AS-IS stvarno stanje	157	61	97	1483,50	84,86	47,21	37,67	15	10	2	83	14	85	83	0,90	48,46	47,40	42,22	8,69	9,75	30	7
g.muskuloskelet 2RT AS-IS simulirano stanje	181	69	112	1780,20	98,33	51,95	37,38	17	12	2	84	13	85	84	1,01	55,84	54,72	48,27	9,84	10,96	30	8
Razlika	24	8	15	296,70	13,47	4,74	-0,28	2	2	0	1	-1	0	1	0,11	7,38	7,32	6,05	1,15	1,21		
h.angiografija 1RT AS-IS stvarno stanje	102	63	39	2225,25	41,28	18,04	23,25	16	15	2	62	16	64	0	0,95	37,67	0,00	42,17	20,91	0,00	30	7
h.angiografija 1RT AS-IS simulirano stanje	116	72	44	2521,95	41,55	18,20	23,36	18	17	2	63	15	65	0	1,05	43,16	0,00	48,23	23,70	0,00	30	8
Razlika	14	9	5	296,70	0,27	0,16	0,11	2	2	0	1	-1	1	0	0,10	5,49	0,00	6,06	2,79	0,00		
h.angiografija 2RT AS-IS stvarno stanje	160	92	68	2225,25	32,82	10,54	22,28	16	15	2	57	15	59	57	0,90	34,00	32,89	42,22	24,29	25,40	30	7
h.angiografija 2RT AS-IS simulirano stanje	183	108	75	2373,60	33,27	11,11	22,15	17	16	2	54	14	56	54	0,95	37,60	36,78	48,33	29,34	30,57	30	8
Razlika	23	16	7	148,35	0,45	0,57	-0,13	1	1	0	-3	-1	-3	-3	0,05	3,60	3,89	6,11	5,05	5,17		
i.dojke 1RT AS-IS stvarno stanje	101	51	50	2668,92	77,23	37,78	39,45	17	12	2	84	13	85	0	0,96	49,21	0,00	42,16	8,54	0,00	30	7
i.dojke 1RT AS-IS simulirano stanje	115	58	57	2668,92	97,09	57,49	39,60	19	12	2	85	15	86	0	1,09	56,39	0,00	48,19	9,46	0,00	30	8
Razlika	14	7	7	0,00	19,86	19,71	0,15	2	0	0	1	2	1	0	0,13	7,18	0,00	6,03	0,92	0,00		
i.dojke 2RT AS-IS stvarno stanje	159	59	100	2446,51	84,95	46,22	38,72	14	11	2	85	14	86	85	0,81	49,84	48,88	42,31	7,95	8,91	30	7
i.dojke 2RT AS-IS simulirano stanje	181	67	114	2668,92	88,98	50,78	38,60	15	12	2	85	14	87	85	0,89	57,00	55,90	48,39	8,99	10,08	30	8
Razlika	22	8	14	222,41	4,03	4,56	-0,12	1	1	0	0	0	1	0	0,08	7,16	7,02	6,08	1,04	1,17		

Izvor: autorica

U svakom scenariju uspoređuju se ukupni trošak, trošak rada i trošak bez rada, dobit po pretrazi, ukupno vrijeme boravka pacijenta u procesu, vrijeme čekanja i vrijeme obrade, broj ulaza i izlaza pacijenata po smjeni te iskorištenost ključnih resursa (administrator, MR uređaj, kabina, RT1 i RT2). Vidljivo je da su simulacijske vrijednosti ukupnog vremena i vremena obrade u svim kategorijama vrlo blizu stvarnim (razlike su najčešće unutar nekoliko minuta), čime se potvrđuje da model vjerno oponaša realno trajanje MR postupaka. Istodobno, simulirani scenariji u pravilu ostvaruju nešto veći broj izlazaka pacijenata i veći prihod po smjeni u odnosu na zabilježeno stanje (npr. „sve pretrage 1RT“: 17 simuliranih prema 15 stvarnih ulaza i 1.928,55 € naspram 1.780,20 € prihoda), uz umjereno više iskorištenje resursa. U varijantama s dva tehnologa (2RT) dodatno se povećava opterećenje RT resursa, ali uz zadržavanje vremena obrade u granicama stvarnog stanja, što upućuje na to da model

ukazuje na postojeći neiskorišteni kapacitet MR dijagnostike i mogućnost povećanja protoka pacijenata i prihoda bez značajnog produljenja vremena boravka pacijenta u sustavu.

6.4. Rezultati TO-BE simulacijskih eksperimenata

U nastavku su prikazani rezultati simulacijskih eksperimenata po pojedinim kategorijama pretraga. Pri tome su za svaku kategoriju pretrage napravljene 4 skupine simulacija:

- Simulacije s jednim radiološkim tehnologom za 8-satno radno vrijeme
- Simulacije s dva radiološka tehnologa za 8-satno radno vrijeme
- Simulacije s jednim radiološkim tehnologom za 8-satno radno vrijeme i uključenim hitnim pretragama
- Simulacije s dva radiološka tehnologa za 8-satno radno vrijeme i uključenim hitnim pretragama

Unutar svake skupine, napravljeno je nekoliko simulacijskih eksperimenata, s različitim simuliranim vremenima naručivanja pacijenata s ciljem pronalaska optimalnog vremena.

U tablicama prosječnih vrijednosti simulacija prikazani su rezultati simulacije poslovnog procesa CT dijagnostike za 11 scenarija intenziteta dolaska pacijenata (CT10, CT15, CT20, CT25, CT30, CT35, CT40, CT45, CT50, CT55 i CT60) i MR dijagnostike također za 11 scenarija (MR20, MR25, MR30, MR35, MR40, MR45, MR50, MR55, MR60, MR65, MR70). Broj u nazivu scenarija označava raspon vremena dolaska pacijenta na prijavnicu administratora (svakih 10, 15, 20, 25 itd. minuta). Za svaki scenarij provedeno je deset replikacija osmosatne radne smjene. Stupci unutar tablice prikazuju:

- **CT/MR** - Oznaka scenarija simulacije, odnosno intervala naručivanja pacijenata na CT/MR pretragu. Npr. CT10 znači da u modelu pacijent dolazi svakih 10 minuta, CT15 svakih 15 minuta itd. Time se mijenja opterećenje sustava i uspoređuju različiti ritmovi naručivanja.
- **Uk. Trošak (eng. *Total Cost*)** - Ukupni trošak rada CT dijagnostike u danom scenariju tijekom jedne simulirane osmosatne smjene (zbroj radnog i neradnog dijela svih uključenih resursa – administrator, RT, CT uređaj, kabina i dr.). Dobiven je zbrajanjem troška rada i troška bez rada svih resursa koji su u Areni definirani sa svojom satnicom.

- **Trošak bez rada (eng. *Idle Cost*)** - Predstavlja dio ukupnog troška koji nastaje dok su resursi prisutni, ali ne obavljaju aktivni rad. Uključuje, primjerice, vrijeme kad CT stoji bez pacijenta, radiološki tehnolog čeka sljedeću pretragu ili administrator nema pacijenta na šalteru. Računa se kao: vrijeme bez rada pojedinog resursa $\times$ njegova satnica, zbrojeno za sve resurse i replikacije.
- **Trošak rada (eng. *Busy Cost*)** - Trošak efektivnog rada svih resursa u scenariju – vrijeme u stanju „*Busy*“ (priprema, skeniranje, administracija, presvlačenje itd.) pomnoženo sa satnicom pojedinog resursa. Zajedno s „Troškom bez rada“ čini Uk. trošak, ali upravo ovaj stupac pokazuje koliko košta stvarno obavljeno dijagnostičko „uslužno“ vrijeme.
- **Prihod od pretrage (eng. *Usage Cost*)** - Ukupni prihod ostvaren u tom scenariju tijekom simulirane smjene. U Areni je dobiven kao broj završenih pretraga $\times$ cijena pojedine pretrage (prema tarifama / HZZO šiframa). Omogućuje usporedbu ekonomskog učinka različitih scenarija (CT10, CT15, ...) u odnosu na troškove.
- **Vrijeme čekanja (eng. *Waiting Time*)** - Prosječno vrijeme koje pacijent provede čekajući ispred dijagnostike – od trenutka kada se prijavi i uđe u red (nakon administracije) do trenutka kada zaista ulazi u prostor CT/MR uređaja. Izraženo je u minutama po pacijentu i računa se kao prosjek za sve pacijente u toj simuliranoj smjeni (i kroz sve replikacije). Veće vrijednosti upućuju na stvaranje redova i zagušenje sustava (nedostatak kapaciteta u odnosu na dolazak pacijenata), dok niže vrijednosti znače da pacijenti relativno brzo dolaze na red.
- **Vrijeme obrade (eng. *Processing time*)** - Prosječno vrijeme koje pacijent provede u radiološkoj dijagnostici od ulaska u proces do izlaska, uključujući čekanje i samu pretragu (prijava, čekanje, pozicioniranje, skeniranje, eventualni kraći završni koraci). Također je izraženo u minutama po pacijentu. Ovaj indikator pokazuje koliko dugo u prosjeku jedan pacijent „zauzima sustav“. Što je broj veći, to je duže zadržavanje pacijenata, bilo zbog duljeg čekanja, dulje pretrage ili kombinacije oboje.
- **Ulaz (eng. *Entry/Number in*)** - Ukupan broj pacijenata koji su tijekom simulirane osmosatne smjene ušli u proces dijagnostike (odnosno upisani su u sustav i ušli su u neki od redova – administracija, čekanje na CT/MR). Ova vrijednost odražava opterećenje sustava u smislu dolazaka pacijenata za zadani scenarij (npr. CT10, CT15, CT20...).

- **Izlaz (eng. *Exit/Number out*)** - Ukupan broj pacijenata koji su u istoj smjeni uspjeti dovršiti pretragu i izaći iz sustava (napuštaju dijagnostiku nakon završetka snimanja). Ako je broj izlazaka manji od broja ulazaka, to znači da je dio pacijenata ostao “u sustavu” na kraju simulirane smjene (npr. još čekaju na pretragu ili su u tijeku obrade) – što upućuje na nedovoljan kapacitet za zadani tempo dolazaka i trajanje pretraga.
- **Ad.%** - Iskorištenost resursa “Administrator” u postotku tijekom simulirane osmosatne smjene. To je udio vremena u kojem je administrator bio zauzet administrativnim poslovima (prijava pacijenata, obrada uputnica, upis u sustav) u odnosu na ukupno dostupno radno vrijeme.
- **RT1%** – Iskorištenost jednog radiološkog tehnologa koji sudjeluje u izvođenju CT pretraga (priprema pacijenta, pozicioniranje, rukovanje uređajem). Vrijednost u postotku pokazuje koliko je taj jedan tehnolog opterećen za zadani tempo dolazaka (CT10, CT15, CT20...).
- **RT2%** – Iskorištenost drugog radiološkog tehnologa kada je u modelu predviđeno da na dijagnostici rade dva tehnologa paralelno.
- **TRRD (Trošak resursa za radni dio)** – Ukupno vrijeme u kojem su resursi aktivno radili (administrator, radiološki tehnolozi, CT uređaj itd.). Računa se na temelju satnice resursa $\times$ vrijeme u stanju “*Busy*”. Također je izražen u eurima i pokazuje koliko košta stvarni obavljeni rad u pojedinom scenariju.
- **TRND (Trošak resursa za neradni dio)** - Ukupno vrijeme u kojem su resursi prisutni, ali ne rade (npr. čekaju sljedećeg pacijenta, sustav stoji zbog manjka dolazaka ili zastoja). Tipično se računa na temelju satnice resursa $\times$ vrijeme u stanju “*Idle/Wait*”. Izražen je u eurima za cijelu simuliranu smjenu i sve replikacije

6.4.1. Simulacijski eksperiment – CT pretraga za kategoriju tijelo1

Za kategoriju tijelo1, simulacijski eksperimenti uključivali su različito vrijeme naručivanja pacijenata, i to na svakih 5 minuta, počevši od 10 pa sve do 60 minuta. Za ovu je kategoriju najprije napravljeno više simulacijskih eksperimenata s jednim radiološkim tehnologom za 8-satno radno vrijeme. Rezultati su prikazani u tablici 24.

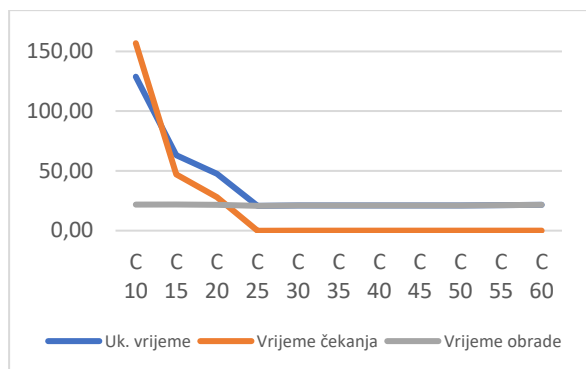
Tablica 24. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom

CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
C 10	145,00	61,00	84,00	1949,48	128,84	156,87	21,80	49	23	6%	94%	26%	96%	3,47	80,54	58,13	3,05
C 15	145,00	65,00	79,00	2203,76	63,18	47,15	21,75	33	26	4%	90%	26%	93%	2,31	77,18	59,29	6,17
C 20	145,00	77,00	68,00	1864,72	47,55	28,07	21,62	24	22	3%	73%	20%	74%	1,77	66,45	59,83	17,21
C 25	145,00	91,00	54,00	1610,44	20,75	0,01	20,75	20	19	2%	61%	18%	63%	1,46	52,46	60,17	31,13
C 30	146,00	100,00	46,00	1356,16	21,00	0,00	21,00	17	16	2%	52%	15%	53%	1,17	44,82	60,43	39,10
C 35	146,00	105,00	40,00	1186,64	20,99	0,00	20,99	14	14	2%	46%	13%	47%	1,02	39,30	60,59	44,62
C 40	146,00	111,00	35,00	1017,12	21,15	0,00	21,15	13	12	1%	40%	11%	40%	0,87	33,98	60,73	49,94
C 45	146,00	114,00	32,00	932,36	21,14	0,00	21,14	11	11	1%	36%	10%	37%	0,80	31,14	60,80	52,78
C 50	146,00	117,00	29,00	847,60	21,11	0,00	21,11	10	10	1%	33%	9%	34%	0,74	28,26	60,86	55,66
C 55	146,00	119,00	26,00	762,84	21,37	0,00	21,37	9	9	1%	30%	8%	31%	0,67	25,78	60,93	58,14
C 60	146,00	122,00	24,00	678,08	21,57	0,00	21,57	9	8	1%	27%	7%	28%	0,59	23,15	61,01	60,77

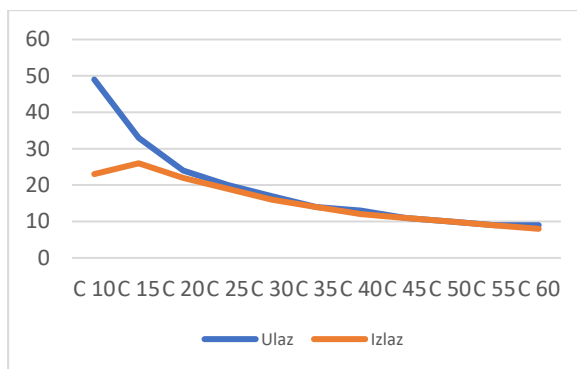
Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „tijelo1“ tijekom osmosatnog radnog vremena, u kojoj se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage varira od 10 do 60 minuta, uz angažman jednog radiološkog tehnologa u dijagnostici. Ukupni troškovi pritom ostaju gotovo nepromijenjeni pri različitim vremenskim parametrima pretraga te se kreću u rasponu od 145,00 do 146,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa raste s produljenjem trajanja pretraga, od 61,00 do 122,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 84,00 na 24,00 eura. S porastom trajanja pretraga smanjuje se učinkovitost i stupanj zasićenosti kapaciteta resursa, što je osobito vidljivo kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod opada kako se trajanje pretraga produljuje, s početnih 1,949,48 eura na 678,08 eura, što upućuje na smanjenu učinkovitost pri duljim trajanjem pretraga. Vrijeme čekanja znatno varira – dulje je za kraće pretrage, dok je kod duljih pretraga minimalno. Vrijeme obrade postupno raste s duljim trajanjem pretraga, ali prosječno ostaje relativno ujednačeno. Broj ulazaka i izlazaka pacijenata smanjuje se s povećanjem trajanja pretraga, pri čemu broj ulazaka opada s 49 na 9, a broj izlazaka s 23 na 8, što pokazuje da dulje trajanje pretraga smanjuje kapacitet sustava. Zauzetost resursa također se smanjuje s produljenjem trajanja pretraga, što odražava nižu iskorištenost opreme i prostora: iskorištenost radiološkog tehnologa (RT) pada s 96% na 28%, a CT uređaja s 94% na 27%.

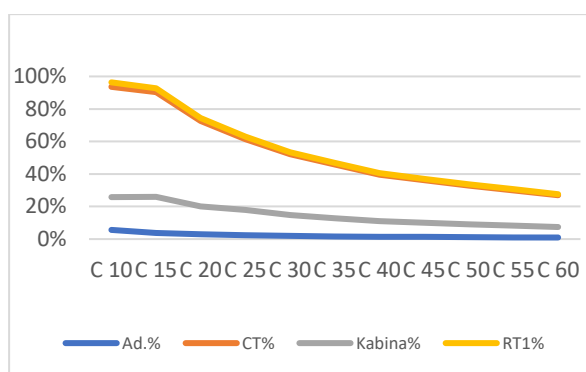
Rezultati su prikazani i grafički (grafikoni 1-6) kako bi se lakše uočio optimalni raspon naručivanja pacijenata.



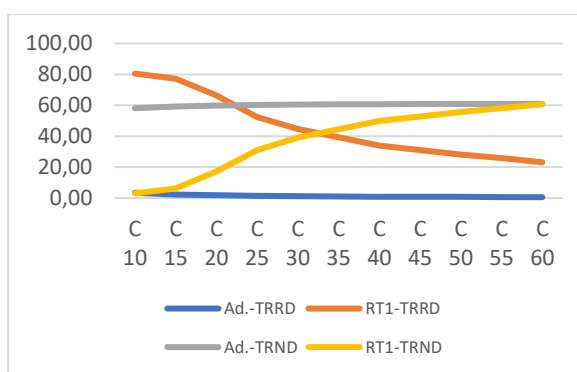
Grafikon 1. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



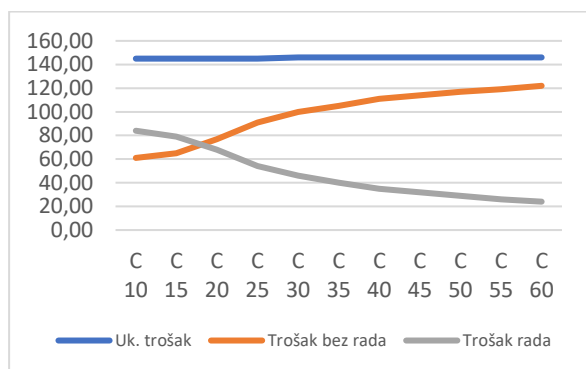
Grafikon 2. Broj ulazaka i izlazaka pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



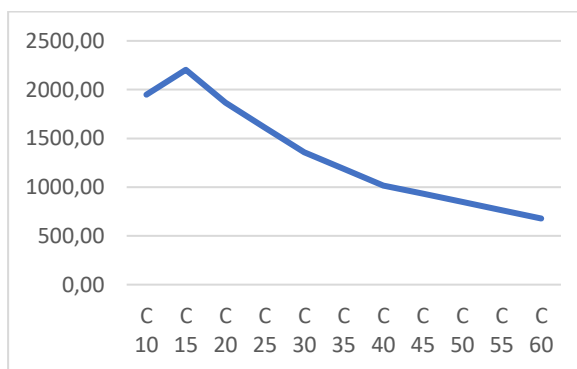
Grafikon 3. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 4. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 5. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 6. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „tijelo1“ počinje se smanjivati na točki C15 i potpuno nestaje na točki C30. Na točki C20 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog

tehnologa nalazi se između točki C30 i C35, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki C20. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C15.

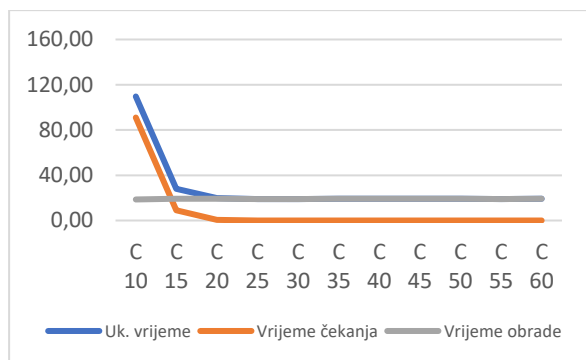
Nakon ovoga, napravljen je sličan simulacijski eksperiment koji je uključivao istu kategoriju pretrage, ali s uključena 2 radiološka tehnologa. Rezultati su prikazani su tablici 25.

Tablica 25. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa

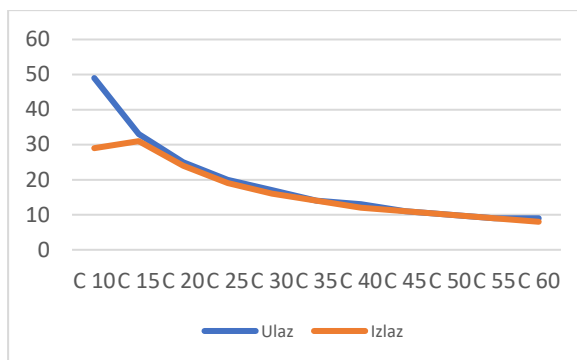
CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
C10	228,00	62,00	166,00	2458,04	109,60	91,01	18,59	49	29	6%	96%	32%	99%	96%	3,55	82,33	79,78	58,05	0,87	3,42
C15	229,00	74,00	155,00	2627,56	28,13	9,02	19,12	33	31	4%	90%	29%	93%	90%	2,29	77,33	75,36	59,31	6,27	8,24
C20	229,00	110,00	119,00	2034,24	19,76	0,55	19,22	25	24	3%	69%	22%	71%	69%	1,75	59,45	57,98	59,85	24,45	25,92
C25	229,00	136,00	93,00	1610,44	19,00	0,00	19,00	20	19	2%	54%	18%	56%	54%	1,46	46,54	45,28	60,14	37,06	38,31
C30	229,00	151,00	78,00	1356,16	18,93	0,00	18,92	17	16	2%	45%	15%	47%	45%	1,14	39,13	38,13	60,45	44,79	45,79
C35	229,00	160,00	69,00	1186,64	19,12	0,00	19,12	14	14	2%	40%	13%	41%	40%	1,01	34,64	33,76	60,59	49,28	50,16
C40	229,00	170,00	60,00	1017,12	19,15	0,00	19,15	13	12	1%	35%	11%	35%	35%	0,85	29,74	29,01	60,75	54,18	54,91
C45	229,00	175,00	55,00	932,36	19,20	0,00	19,20	11	11	1%	32%	10%	33%	32%	0,78	27,34	26,68	60,82	56,58	57,24
C50	229,00	180,00	50,00	847,60	19,13	0,00	19,13	10	10	1%	29%	9%	30%	29%	0,71	24,76	24,15	60,89	59,16	59,77
C55	229,00	185,00	44,00	762,84	19,08	0,00	19,08	9	9	1%	26%	8%	26%	26%	0,63	22,21	21,66	60,97	61,71	62,26
C60	229,00	190,00	40,00	678,08	19,24	0,00	19,24	9	8	1%	23%	7%	24%	23%	0,56	19,91	19,41	61,04	64,01	64,51

Izvor: autorica

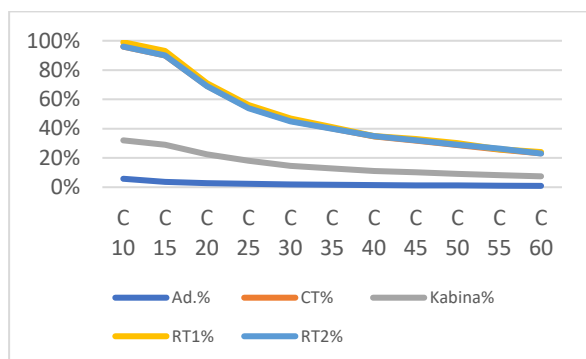
Dobiveni rezultati pokazuju da i u konfiguraciji s dva radiološka tehnologa ukupni troškovi ostaju uglavnom nepromijenjeni pri različitim vremenskim rasporedima pretraga, krećući se između 228,00 i 229,00 eura tijekom simulacije. Trošak neradnog dijela resursa raste s produljenjem trajanja pretraga, od početnih 62,00 do 190,00 eura, dok se trošak rada istodobno smanjuje s 166,00 na 40,00 eura. Povećanje vremena narudžbe dovodi do pada učinkovitosti i iskorištenosti kapaciteta resursa, što je vidljivo kako kod administratora, tako i kod radioloških tehnologa. Prihod se s produljenjem trajanja narudžbi smanjuje s 2.458,04 eura na 678,08 eura, što ukazuje na nižu učinkovitost pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje izražene varijacije – duže je pri kraćim narudžbama, dok je kod duljih narudžbi gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s povećanjem trajanja narudžbi postupno produžuje, ali prosječno ostaje relativno ujednačeno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka pada s 49 na 9, a broj izlazaka s 29 na 8, što potvrđuje da dulje narudžbe ograničavaju kapacitet sustava. S produljenjem trajanja narudžbi smanjuje se i iskorištenost resursa – zauzetost RT1 opada s 99% na 24%, RT2 s 96% na 23%, a CT uređaja s 96% na 23%, što odražava slabiju iskorištenost dostupne opreme i prostora u uvjetima duljih termina.



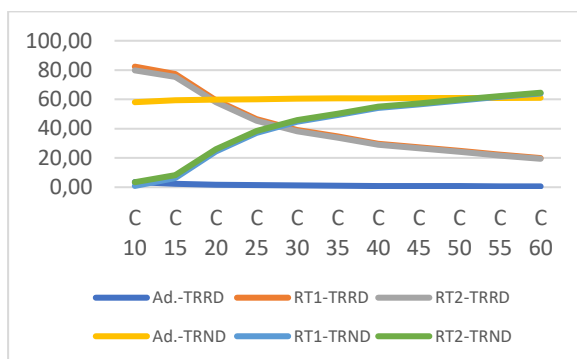
Grafikon 7. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



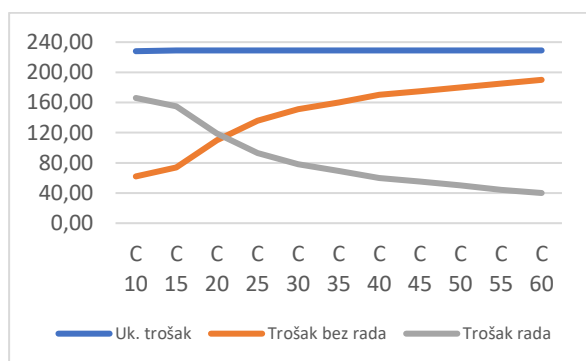
Grafikon 8. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



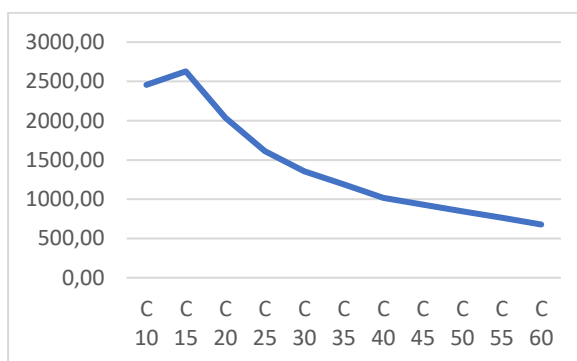
Grafikon 9. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 10. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 11. Ukupni troškovi obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 12. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Kao što je vidljivo na grafikonima 7-12, vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „tijelo1“ počinje se smanjivati na točki C15 i potpuno nestaje na točki C25. Na točki C15 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%.

Najbolja financijska iskoristivost radioloških tehnologa nalazi se između točki C25 i C30, dok je trošak rada optimalan na točki C20. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C15.

Treći simulacijski eksperiment za kategoriju tijelo1 uključivao je 1 radiološkog tehnologa, ali i hitne pretrage koje uvijek imaju prednost pred redovitima. Rezultati su prikazani su tablici 26.

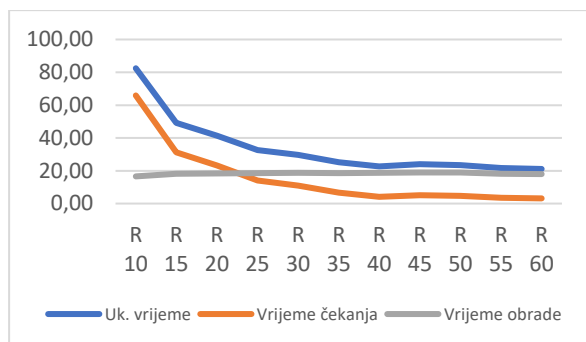
Tablica 26. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju tijelo, s 1 radiološkim tehnologom i uključenim dolaskom hitnih pacijenata

CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
R 10	145,00	61,00	84,00	2542,80	82,45	65,89	16,57	53	30	4%	95%	17%	98%	2,56	81,59	59,04	1,96
R 15	145,00	76,00	69,00	2203,76	49,24	31,19	18,06	30	26	3%	79%	16%	81%	1,49	67,43	60,11	15,98
R 20	145,00	88,00	57,00	1779,96	41,43	23,16	18,27	23	21	2%	65%	14%	67%	1,14	55,68	60,45	28,05
R 25	145,00	100,00	45,00	1440,92	32,68	14,15	18,52	18	17	2%	51%	11%	53%	0,91	43,77	60,69	39,66
R 30	145,00	106,00	39,00	1271,40	29,63	10,89	18,75	16	15	1%	45%	10%	46%	0,84	38,50	60,76	44,92
R 35	145,00	111,00	45,00	1101,88	25,18	6,55	18,63	14	13	1%	39%	9%	40%	0,67	33,40	60,93	50,35
R 40	145,00	117,00	29,00	932,36	22,67	4,20	18,65	11	11	1%	33%	7%	34%	0,57	28,31	61,03	55,56
R 45	145,00	118,00	27,00	847,60	23,97	5,01	18,96	11	10	1%	31%	7%	32%	0,50	26,64	61,09	57,15
R 50	145,00	121,00	24,00	762,84	23,52	4,68	18,84	10	9	1%	28%	6%	28%	0,46	23,62	61,14	60,07
R 55	145,00	123,00	22,00	762,84	21,76	3,53	18,23	9	9	1%	25%	6%	26%	0,48	21,39	61,12	62,27
R 60	145,00	126,00	19,00	678,08	21,09	3,15	17,94	8	8	1%	22%	5%	22%	0,39	18,69	61,21	65,17

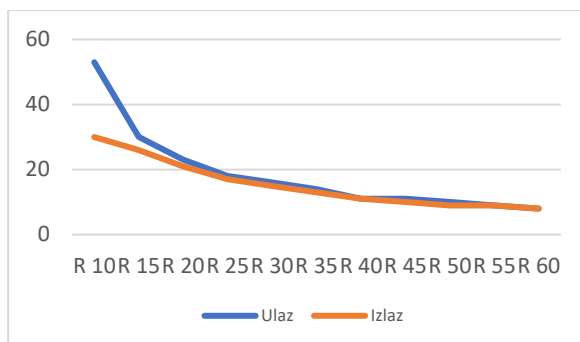
Izvor: autorica

Ukupni troškovi ostaju gotovo nepromijenjeni unatoč različitim vremenskim rasporedima pretraga te iznose 145,00 eura u svim promatranim slučajevima. Trošak neradnog dijela resursa raste s produženjem trajanja pretraga, od 61,00 do 126,00 eura, dok se trošak rada istodobno smanjuje s 84,00 na 19,00 eura. Kako se povećava vrijeme između narudžbi, dolazi do pada učinkovitosti i iskorištenosti kapaciteta, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se s produljenjem narudžbi smanjuje s 2.542,80 eura na 678,08 eura, što jasno upućuje na nižu učinkovitost kod duljih termina. Vrijeme čekanja pokazuje velika odstupanja – najdulje je kod kraćih narudžbi, dok je kod duljih gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s produljenjem narudžbi postupno povećava, ali na razini prosjeka ostaje relativno stabilno. Povećanje trajanja narudžbi dovodi do smanjenja broja pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka pada s 53 na 8, a broj izlazaka s 30 na 8, što ukazuje na smanjen kapacitet sustava pri duljim terminima. Istodobno se smanjuje i iskorištenost resursa – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) opada s 98% na 22%, a CT uređaja s 95% na 22%, što odražava slabiju iskorištenost dostupne opreme i prostora.

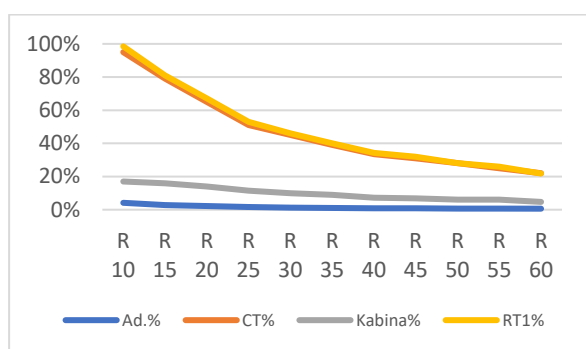
Ovi rezultati prikazani su i grafički (grafikoni 13-18).



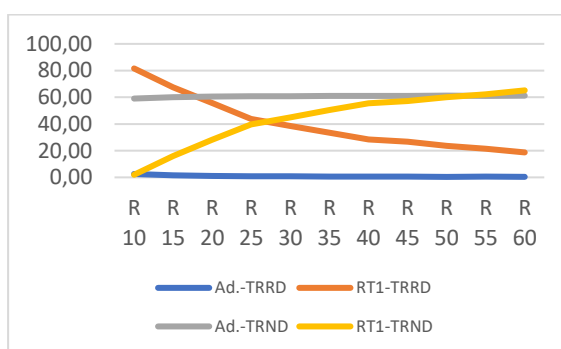
Grafikon 13. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



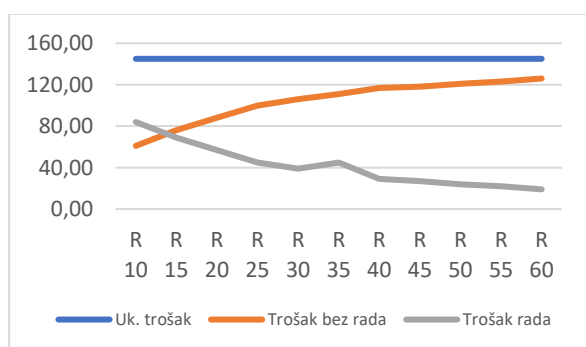
Grafikon 14. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



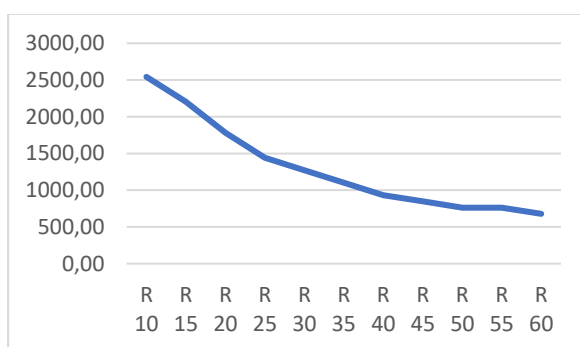
Grafikon 15. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 16. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 17. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 18. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „tijelo1“ počinje se smanjivati na točki R15 te se smanjuje tokom vremena, ali diskretno ostaje čitavo vrijeme. Na točki R20 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 70%. Najbolja

financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se između točki R25 i R30, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki R15. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki R10.

Zadnji simulacijski eksperiment za kategoriju tijelo1 uključivao je 2 radiološka tehnologa, ali i hitne pretrage koje uvijek imaju prednost pred redovitima. Rezultati su prikazani su tablici 27.

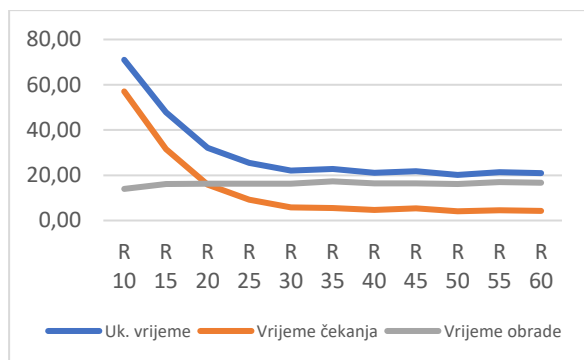
Tablica 27. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa i uključenim dolaskom hitnih pacijenata

CT	Uk. trošak	trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
R 10	229,00	67,00	161,00	2881,84	71,02	57,05	13,97	53	34	4%	93%	19%	97%	93%	2,49	80,88	78,11	59,11	2,74	5,52
R 15	228,00	92,00	137,00	2458,04	47,78	31,59	16,19	33	29	3%	80%	20%	82%	80%	1,71	68,55	66,51	59,88	14,88	16,92
R 20	229,00	123,00	106,00	2034,24	32,10	15,84	16,26	25	24	2%	62%	16%	64%	62%	1,22	53,23	51,72	60,37	30,54	32,04
R 25	229,00	144,00	84,00	1610,44	25,49	9,25	16,25	20	19	2%	49%	13%	51%	49%	1,04	42,28	41,08	60,56	41,31	42,51
R 30	229,00	161,00	68,00	1271,40	22,11	5,83	16,28	16	15	1%	40%	10%	41%	40%	0,78	34,14	33,20	60,82	49,62	50,55
R 35	229,00	170,00	59,00	1101,88	22,84	5,54	17,30	14	13	1%	34%	9%	35%	34%	0,76	29,59	28,77	60,84	54,21	55,04
R 40	229,00	180,00	50,00	1017,12	21,11	4,73	16,38	12	12	1%	29%	8%	30%	29%	0,60	24,88	24,18	61,00	58,93	59,62
R 45	229,00	180,00	49,00	932,36	21,76	5,41	16,35	12	11	1%	29%	7%	30%	29%	0,55	24,74	24,02	61,05	59,03	59,75
R 50	229,00	186,00	43,00	847,60	20,14	4,08	16,07	10	10	1%	25%	6%	26%	25%	0,52	21,42	20,81	61,08	62,28	62,89
R 55	229,00	188,00	41,00	762,84	21,40	4,46	16,95	9	9	1%	24%	6%	25%	24%	0,45	20,61	20,06	61,15	63,31	63,85
R 60	229,00	190,00	39,00	762,84	20,94	4,27	16,68	9	9	1%	23%	6%	23%	23%	0,45	19,42	18,85	61,15	64,26	64,83

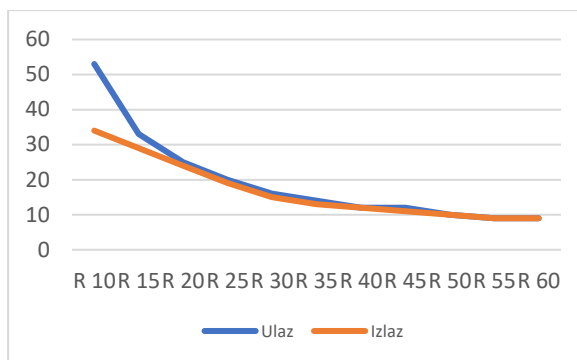
Izvor: autorica

Ukupni troškovi ostaju usporedivi unatoč različitim vremenskim rasporedima pretraga te se u simulaciji kreću između 228,00 i 229,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa raste s produljenjem trajanja pretraga, od 67,00 do 190,00 eura, dok se trošak rada istodobno smanjuje s 161,00 na 39,00 eura. Povećanje vremena između narudžbi dovodi do smanjenja učinkovitosti i stupnja iskorištenosti kapaciteta, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se s produljenjem narudžbi smanjuje s 2.881,84 eura na 762,84 eura, što ukazuje na nižu učinkovitost pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje izrazite varijacije – kod kraćih narudžbi je znatno dulje, dok je kod duljih gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s duljim narudžbama postupno povećava, ali prosječno ostaje relativno stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka opada s 53 na 9, a broj izlazaka s 34 na 9, što potvrđuje da dulje narudžbe reduciraju kapacitet sustava. Zauzetost resursa se također smanjuje s produljenjem trajanja narudžbi – iskorištenost RT1 pada s 97% na 23%, RT2 s 93% na 23%, a CT uređaja s 93% na 23%, što odražava slabiju iskorištenost raspoložive opreme i ljudskih resursa.

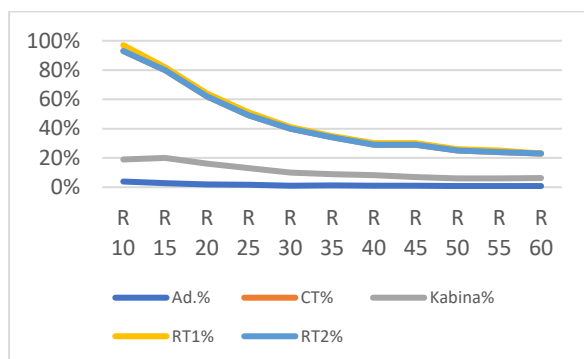
Na grafikonima 19 do 24 ovi su rezultati prikazani i grafički.



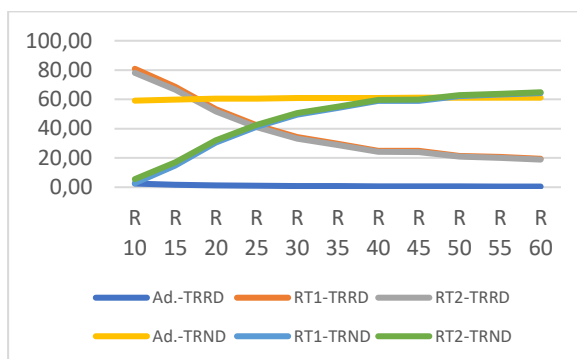
Grafikon 19. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



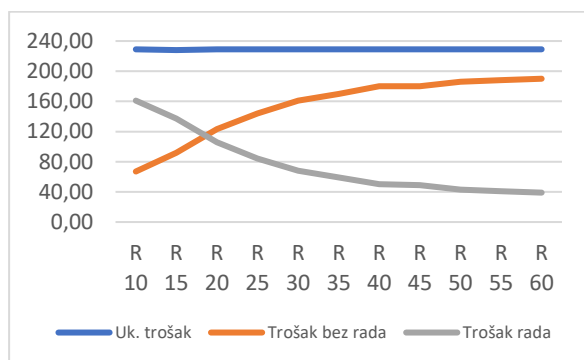
Grafikon 20. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



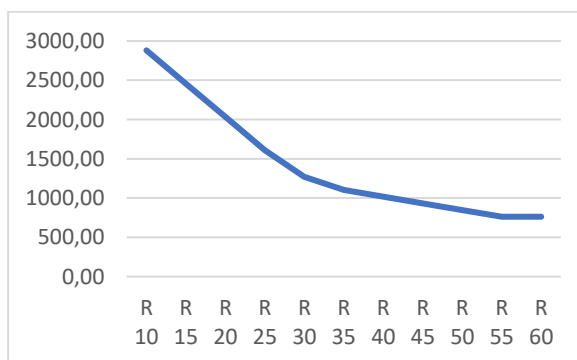
Grafikon 21. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 22. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 23. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 24. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „tijelo1“ počinje se smanjivati na točki R20 te se smanjuje tokom vremena, ali diskretno ostaje čitavo vrijeme. Na točki R20 postiže se

najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 65%. Prihod u smislu najbolje iskoristivosti radiološkog tehnologa nalazi se na točki R25, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točke R15 i R20. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki R10 i R15.

6.4.2. Simulacijski eksperiment – CT pretraga za kategoriju tijelo2

Za kategoriju tijelo2, simulacijski eksperimenti također su kao i prethodni eksperimenti uključivali različito vrijeme naručivanja pacijenata, i to na svakih 5 minuta, počevši od 10 pa sve do 60 minuta. Za ovu je kategoriju najprije napravljeno više simulacijskih eksperimenata s jednim radiološkim tehnologom za 8-satno radno vrijeme. Rezultati su prikazani u tablici 28.

Tablica 28. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 1 radiološkim tehnologom

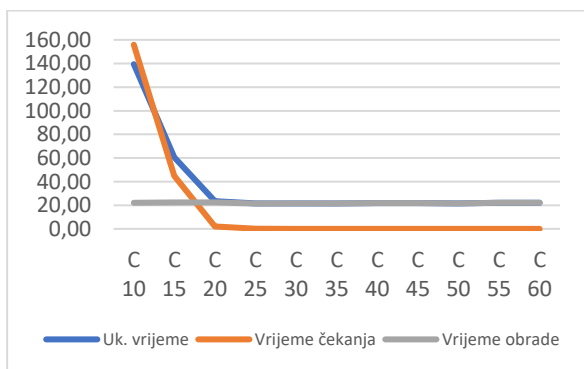
CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
C 10	145,00	62,00	83,00	4068,48	139,45	155,88	22,14	49	24	6%	92%	33%	95%	3,51	79,68	58,09	3,95
C 15	145,00	66,00	79,00	4407,52	60,50	44,98	22,37	33	26	4%	89%	30%	92%	2,31	76,21	59,29	7,08
C 20	145,00	78,00	67,00	4068,48	23,48	2,04	22,43	25	24	3%	77%	26%	79%	1,72	65,67	59,88	17,90
C 25	145,00	92,00	54,00	3220,88	21,55	0,11	21,46	20	19	2%	61%	21%	63%	1,43	52,29	60,17	31,42
C 30	146,00	100,00	46,00	2712,32	21,62	0,00	21,62	17	16	2%	52%	17%	53%	1,17	44,41	60,43	39,51
C 35	146,00	106,00	40,00	2373,28	21,53	0,00	21,53	14	14	2%	45%	15%	46%	1,02	38,93	60,59	44,99
C 40	146,00	111,00	35,00	2034,24	21,75	0,00	21,75	13	12	1%	39%	13%	40%	0,87	33,68	60,73	50,24
C 45	146,00	114,00	32,00	1864,72	21,74	0,00	21,74	11	11	1%	36%	12%	37%	0,80	30,85	60,80	53,07
C 50	146,00	117,00	29,00	1695,20	21,70	0,00	21,70	10	10	1%	33%	11%	33%	0,74	27,98	60,86	55,94
C 55	146,00	119,00	26,00	1525,68	22,00	0,00	22,00	9	9	1%	30%	10%	30%	0,67	25,56	60,93	58,36
C 60	146,00	122,00	24,00	1356,16	22,19	0,00	22,19	9	8	1%	27%	9%	27%	0,59	22,94	61,01	60,98

Izvor: autorica

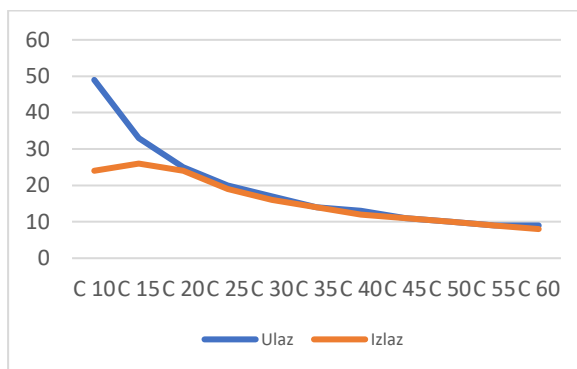
Tablica prikazuje ishode simulacije CT pretraga za kategoriju „tijelo2“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pacijenti naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se od 10 do 60 minuta. U promatranom scenariju sudjeluje jedan radiološki tehnolog na dijagnostici. Ukupni troškovi ostaju gotovo konstantni unatoč promjenama trajanja pretraga te iznose između 145,00 i 146,00 eura. S produljenjem trajanja pretraga raste trošak neradnog dijela resursa, od 62,00 do 122,00 eura, dok se istodobno trošak radnog dijela smanjuje s 83,00 na 24,00 eura. Povećanje trajanja pretraga dovodi do smanjenja učinkovitosti i opterećenja kapaciteta resursa, što je osobito izraženo kod administratora i radiološkog tehnologa. Prihod se s duljim trajanjem pretraga smanjuje s 4.068,48 eura na 1.356,16 eura, što ukazuje na pad učinkovitosti sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje izražene oscilacije – dulje je kod kraćih pretraga, dok je za dulje pretrage gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s produljenjem trajanja pretraga postupno povećava, ali na razini prosjeka ostaje relativno stabilno. Broj ulazaka i izlazaka pacijenata opada kako se

trajanje pretraga povećava: ulasci se smanjuju s 49 na 9, a izlasci s 24 na 8, što potvrđuje da dulje pretrage ograničavaju kapacitet sustava. Istodobno dolazi i do pada iskorištenosti resursa – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) opada s 95% na 27%, a CT uređaja s 92% na 27%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim trajanjem pretraga.

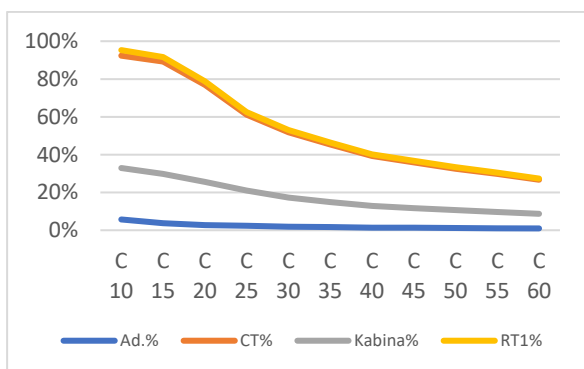
Na grafikonima 25 do 30 grafički su prikazani navedeni rezultati.



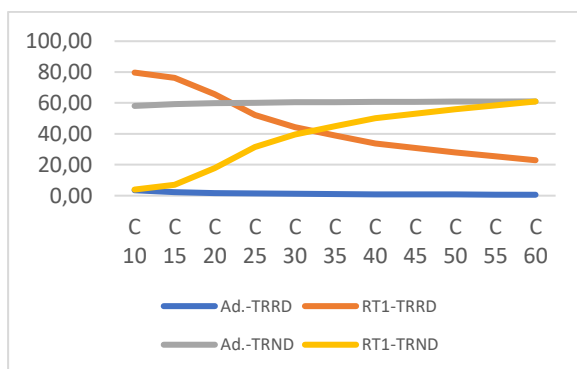
Grafikon 25. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



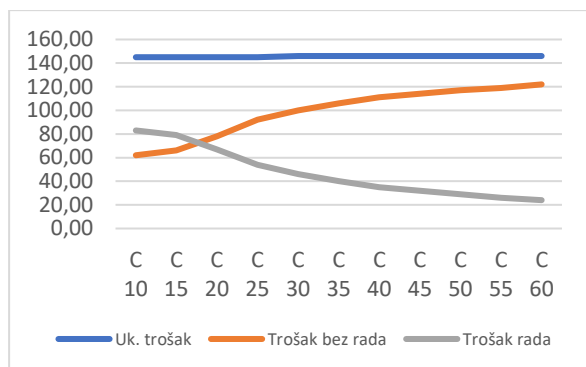
Grafikon 26. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



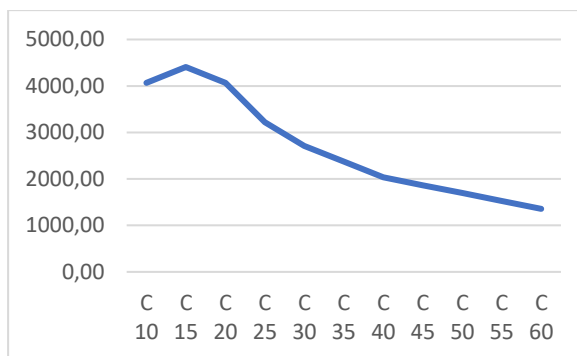
Grafikon 27. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 28. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 29. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 30. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „tijelo2“ počinje se smanjivati na točki C15 i potpuno nestaje na točki C30. Na točki C20 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se između točki C30 i C35, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki C20. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C15.

Nakon ovoga, napravljen je simulacijski eksperiment tijelo2, ali s uključena 2 radiološka tehnologa. Rezultati su prikazani su tablici 29.

Tablica 29. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 2 radiološka tehnologa

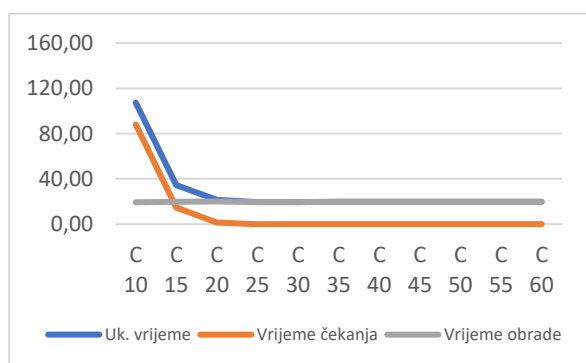
CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad. %	CT%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
C 10	228,00	71,00	158,00	4746,56	107,28	87,98	19,30	49	28	6%	91%	36%	94%	91%	3,53	78,29	75,86	58,07	5,05	7,48
C 15	228,00	79,00	149,00	5085,60	34,52	14,63	19,89	33	30	4%	87%	34%	89%	87%	2,37	74,35	72,40	59,23	9,08	11,03
C 20	229,00	110,00	119,00	4068,48	21,33	1,28	20,04	25	24	3%	69%	26%	71%	69%	1,77	59,20	57,72	59,83	24,54	26,01
C 25	229,00	137,00	92,00	3220,88	19,58	0,02	19,57	20	19	2%	53%	21%	55%	53%	1,46	45,97	44,72	60,14	37,79	39,05
C 30	229,00	152,00	77,00	2712,32	19,48	0,00	19,48	17	16	2%	45%	17%	46%	45%	1,14	38,59	37,58	60,46	45,33	46,34
C 35	229,00	161,00	69,00	2373,28	19,71	0,00	19,71	14	14	2%	40%	15%	41%	40%	1,01	34,23	33,35	60,60	49,69	50,57
C 40	229,00	170,00	59,00	2034,24	19,77	0,00	19,77	13	12	1%	34%	13%	35%	34%	0,85	29,44	28,71	60,75	54,48	55,21
C 45	229,00	175,00	54,00	1864,72	19,83	0,00	19,83	11	11	1%	31%	12%	32%	31%	0,78	27,08	26,42	60,82	56,84	57,50
C 50	229,00	180,00	49,00	1695,20	19,76	0,00	19,76	10	10	1%	29%	11%	29%	29%	0,71	24,56	23,94	60,89	59,36	59,98
C 55	229,00	185,00	44,00	1525,68	19,70	0,00	19,70	9	9	1%	26%	10%	26%	26%	0,63	21,99	21,44	60,97	61,93	62,48
C 60	229,00	190,00	39,00	1356,16	19,85	0,00	19,85	9	8	1%	23%	9%	23%	23%	0,56	19,69	19,19	61,04	64,23	64,73

Izvor: autorica

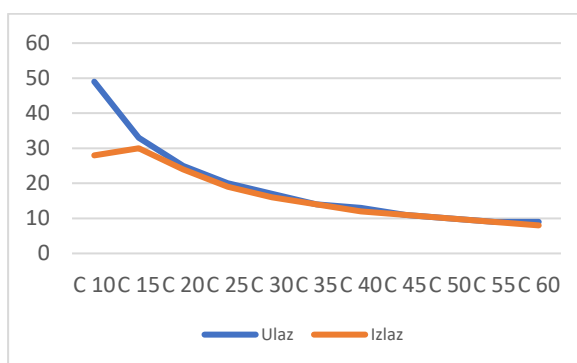
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „tijelo2“ tijekom jedne 8-satne smjene, u kojoj se pacijenti naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se između 10 i 60 minuta. U promatranom scenariju sudjeluju dva radiološka tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi pri različitim vremenskim rasporedima pretraga ostaju uglavnom stabilni te se kreću u rasponu od 228,00 do 229,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa povećava se s produljenjem trajanja pretraga, od 71,00 do 190,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 158,00 na 39,00 eura. Kako se vrijeme između narudžbi produljuje, dolazi do smanjenja učinkovitosti i razine iskorištenosti

kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se s duljim narudžbama smanjuje s 4.746,56 eura na 1.356,16 eura, što ukazuje na manju učinkovitost sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje izražene varijacije – dulje je kod kraćih narudžbi, dok je kod duljih gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s produljenjem trajanja narudžbi postupno povećava, ali na razini prosjeka ostaje relativno ujednačeno. Povećanje trajanja narudžbi dovodi i do smanjenja broja pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka pada s 49 na 9, a broj izlazaka s 28 na 8, što potvrđuje da dulje narudžbe smanjuju kapacitet sustava. Istodobno opada i iskorištenost resursa – zauzetost RT1 se smanjuje s 94% na 23%, RT2 s 91% na 23%, a CT uređaja s 91% na 23%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim narudžbama.

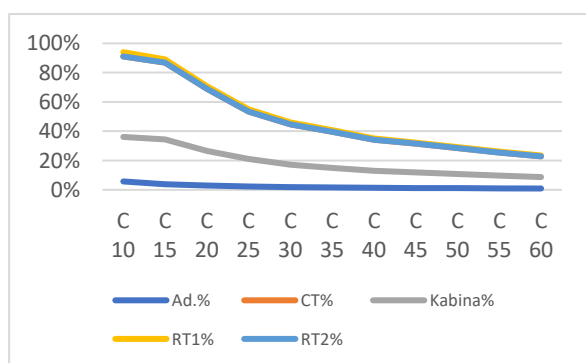
Na grafikonima 31 do 36 grafički su prikazani navedeni rezultati.



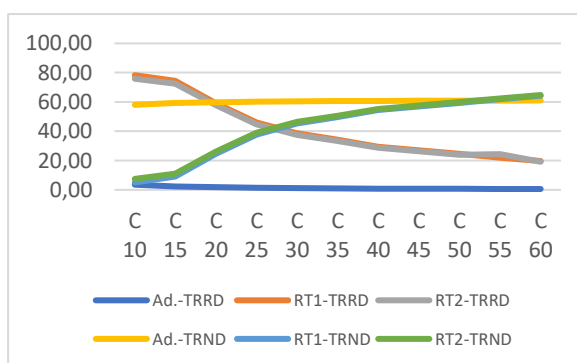
Grafikon 31. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



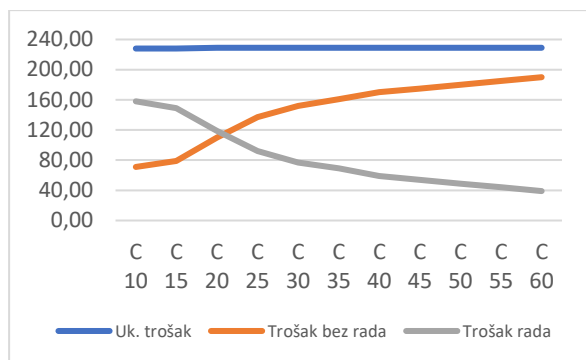
Grafikon 32. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



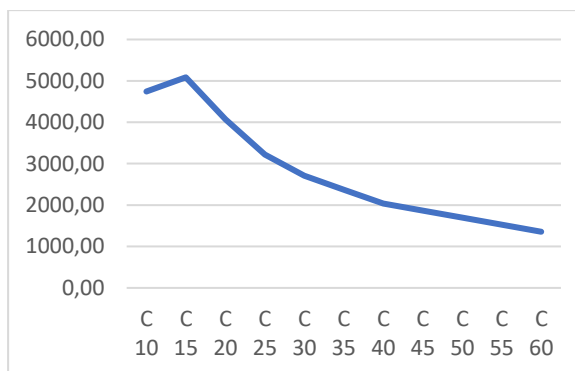
Grafikon 33. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 34. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 35. Ukupni troškovi obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 36. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „tijelo2“ počinje se smanjivati na točki C15 i potpuno nestaje na točki C25. Na točki C15 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%. Najbolja financijska iskoristivost radioloških tehnologa nalazi se između točki C25 i C30, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki C20. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C15.

Zatim se učinio simulacijski eksperimenti za kategoriju tijelo2 koji je uključivao 1 radiološkog tehnologa, ali i hitne pretrage koje uvijek imaju prednost pred redovitima. Rezultati su prikazani su tablici 30.

Tablica 30. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 1 radiološkim tehnologom i uključenim dolaskom hitnih pacijenata

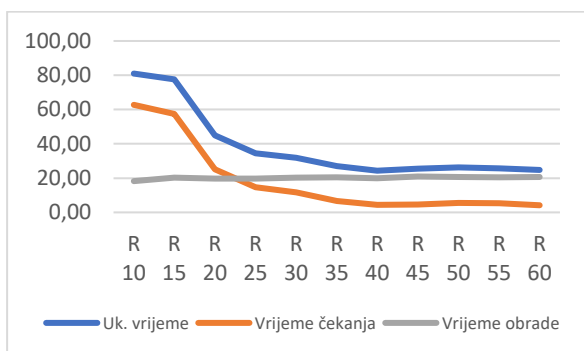
CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanj	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
R 10	145,00	61,00	84,00	4238,00	81,00	62,75	18,24	49	25	4%	95%	20%	98%	2,55	81,82	59,05	1,58
R 15	145,00	67,00	78,00	4238,00	77,67	57,39	20,29	35	25	3%	89%	21%	91%	1,79	75,92	59,80	7,44
R 20	145,00	84,00	61,00	3729,44	44,92	25,16	19,76	24	22	2%	71%	16%	72%	1,14	60,32	60,46	23,28
R 25	145,00	98,00	48,00	3051,36	34,49	14,69	19,79	20	18	2%	55%	13%	56%	0,92	46,81	60,67	36,83
R 30	145,00	103,00	42,00	2542,80	31,92	11,70	20,22	15	15	1%	48%	11%	49%	0,72	41,15	60,89	42,53
R 35	145,00	109,00	37,00	2203,76	27,05	6,58	20,46	14	13	1%	42%	10%	43%	0,67	35,93	60,93	47,69
R 40	145,00	114,00	35,00	1864,72	24,33	4,48	19,85	12	11	1%	36%	9%	37%	0,59	30,68	61,01	53,11
R 45	145,00	117,00	28,00	1695,20	25,48	4,54	20,95	10	10	1%	32%	8%	33%	0,51	27,47	61,09	56,32
R 50	145,00	120,00	25,00	1525,68	26,22	5,48	20,74	10	9	1%	29%	7%	30%	0,47	24,73	61,13	59,04
R 55	145,00	123,00	23,00	1356,16	25,74	5,35	20,39	9	8	1%	26%	7%	27%	0,43	22,22	61,17	61,66
R 60	145,00	125,00	21,00	1186,64	24,82	4,16	20,66	8	7	1%	24%	6%	24%	0,40	20,39	61,20	63,44

Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „tijelo2“ tijekom jedne 8-satne smjene, pri čemu se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se od 10 do 60 minuta, uz angažman jednog radiološkog tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi pritom ostaju gotovo nepromijenjeni kroz različite vremenske rasporede pretraga te iznose 145,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa raste s produljenjem

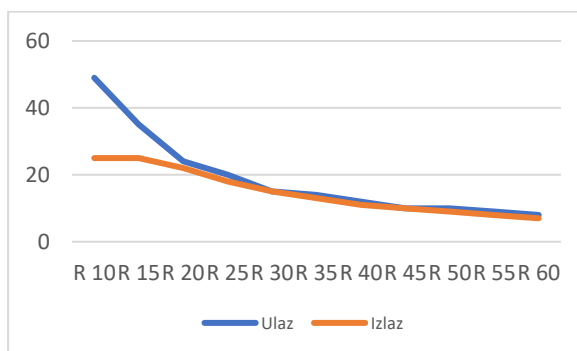
trajanja pretraga, od 61,00 do 125,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 84,00 na 21,00 eura. Povećanje vremena između narudžbi dovodi do smanjenja učinkovitosti i iskorištenosti kapaciteta resursa, što je osobito izraženo kod administratora i radiološkog tehnologa. Prihod se s produljenjem narudžbi smanjuje s 4.238,00 eura na 1.186,64 eura, što upućuje na nižu učinkovitost pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje velika odstupanja – dulje je za kraće narudžbe, dok je kod duljih narudžbi gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s povećanjem trajanja narudžbi postupno produžuje, ali na razini prosjeka ostaje relativno stabilno. Broj ulazaka i izlazaka pacijenata smanjuje se kako se trajanje narudžbi povećava: broj ulazaka opada s 49 na 8, a broj izlazaka s 25 na 7, što potvrđuje da dulje narudžbe reduciraju kapacitet sustava. Istodobno se smanjuje i iskorištenost resursa – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) opada s 98% na 24%, a CT uređaja s 95% na 24%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenima narudžbi.

Na grafikonima 37 do 42 grafički su prikazani navedeni rezultati.



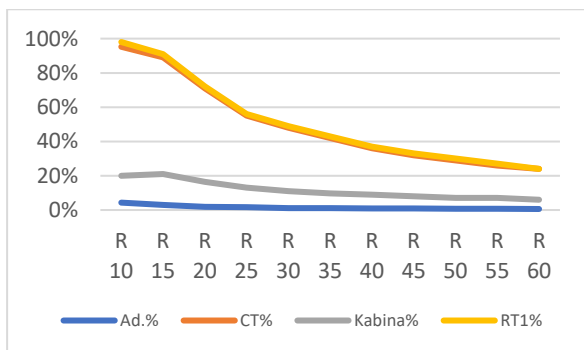
Grafikon 37. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom

Izvor: autorica



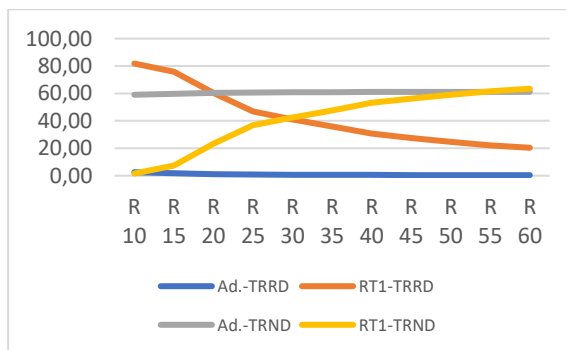
Grafikon 38. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom na CT dijagnostici

Izvor: autorica



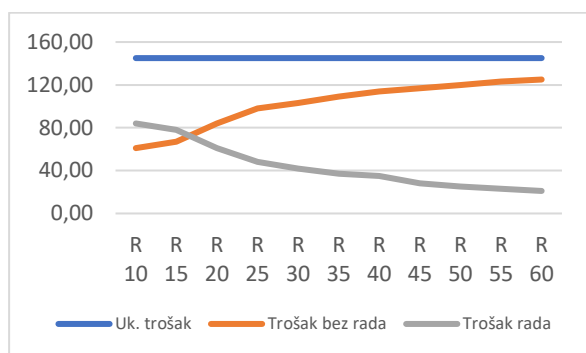
Grafikon 39. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom

Izvor: autorica

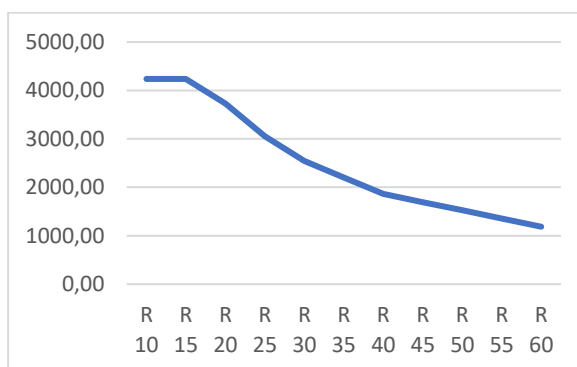


Grafikon 40. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom

Izvor: autorica



Grafikon 41. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 42. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „tijelo2“ počinje se smanjivati na točki R15 te se smanjuje tokom vremena, ali diskretno ostaje čitavo vrijeme. Na točki R20 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 70%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se na točki R30, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točki R15 i R20. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki R15.

Četvrti simulacijski eksperiment za kategoriju tijelo2 uključivao je 2 radiološka tehnologa, ali i hitne pretrage koje uvijek imaju prednost pred redovitima. Rezultati su prikazani su tablici 31.

Tablica 31. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 2 radiološka tehnologa i uključenim dolaskom hitnih pacijenata

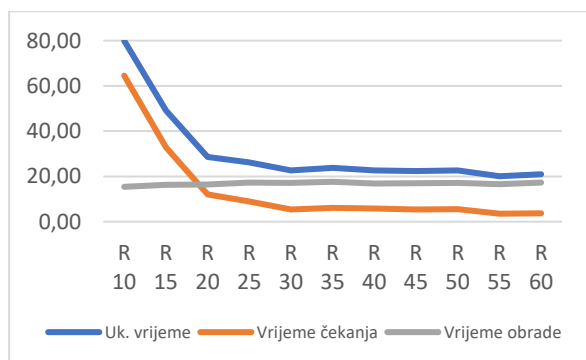
CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad. %	CT%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
R 10	228,00	67,00	161,00	5594,16	79,95	64,54	15,41	54	33	4%	93%	27%	97%	93%	2,73	80,46	77,70	58,87	2,91	5,67
R 15	228,00	95,00	133,00	4916,08	49,11	32,88	16,23	33	29	2%	78%	21%	80%	78%	1,48	66,82	64,88	60,12	16,61	18,55
R 20	229,00	132,00	97,00	3729,44	28,52	12,09	16,43	23	22	2%	57%	17%	58%	57%	1,19	48,83	47,41	60,40	34,90	36,32
R 25	229,00	146,00	83,00	3051,36	26,18	8,92	17,26	19	18	2%	48%	15%	50%	48%	1,02	41,38	40,20	60,58	42,20	43,37
R 30	229,00	160,00	69,00	2712,32	22,58	5,40	17,18	16	16	1%	40%	13%	41%	40%	0,84	34,47	33,51	60,76	49,33	50,29
R 35	229,00	172,00	57,00	2203,76	23,78	6,16	17,62	13	13	1%	33%	11%	34%	33%	0,75	28,74	27,95	60,85	55,07	55,87
R 40	229,00	178,00	51,00	2034,24	22,60	5,77	16,83	12	12	1%	30%	9%	31%	30%	0,59	25,55	24,84	61,01	58,32	59,03
R 45	229,00	179,00	51,00	1864,72	22,35	5,37	16,98	12	11	1%	30%	8%	30%	29%	0,59	25,32	24,62	61,01	58,47	59,18
R 50	229,00	184,00	45,00	1695,20	22,60	5,51	17,09	11	10	1%	26%	8%	27%	26%	0,54	22,53	21,89	61,06	61,24	61,88
R 55	229,00	193,00	37,00	1525,68	20,08	3,51	16,57	9	9	1%	21%	6%	22%	21%	0,40	18,35	17,82	61,20	65,55	66,07
R 60	229,00	193,00	36,00	1356,16	20,95	3,72	17,22	9	8	1%	21%	6%	22%	21%	0,41	18,30	17,78	61,19	65,49	66,01

Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „tijelo2“ tijekom jedne 8-satne smjene, u kojoj se pretrage naručuju u razmacima od po 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se između 10 i 60 minuta, uz sudjelovanje dva radiološka

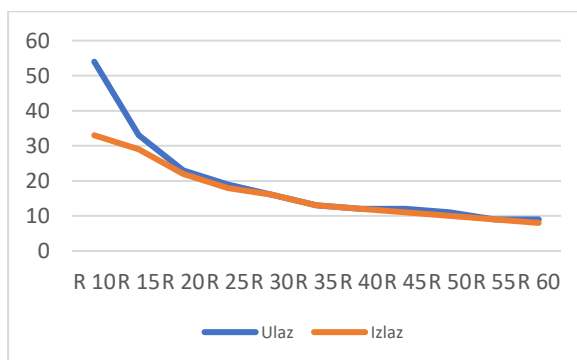
tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi pritom ostaju razmjerno stabilni u svim promatranim varijantama te se kreću od 228,00 do 229,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa raste s produljenjem trajanja pretraga, od 67,00 do 193,00 eura, dok se trošak radnog dijela smanjuje s 161,00 na 36,00 eura. Kako se vrijeme između narudžbi povećava, dolazi do pada učinkovitosti i slabije zasićenosti kapaciteta resursa, što je vidljivo prvenstveno kod administratora i radioloških tehnologa. Istodobno, prihod se smanjuje s 5.594,16 eura na 1.356,16 eura, što ukazuje na manju učinkovitost pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje izražene oscilacije – kod kraćih narudžbi ono je značajno dulje, dok je kod duljih gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s produljenjem narudžbi postupno produljuje, ali prosječno ostaje relativno ujednačeno. Povećanje trajanja narudžbi dovodi do pada broja pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka smanjuje se s 54 na 9, a broj izlaza s 33 na 8, što potvrđuje da dulje narudžbe ograničavaju kapacitet sustava. Ujedno se smanjuje i iskorištenost resursa – zauzetost RT1 opada s 97% na 22%, RT2 s 93% na 21%, a CT uređaja s 93% na 21%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenima narudžbi.

Ovi rezultati prikazani su grafički (grafikoni 43-48).

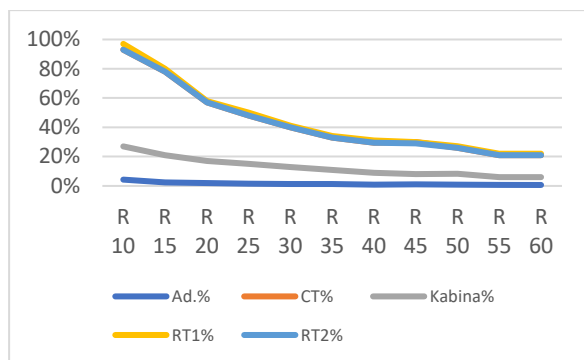


Grafikon 43. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa

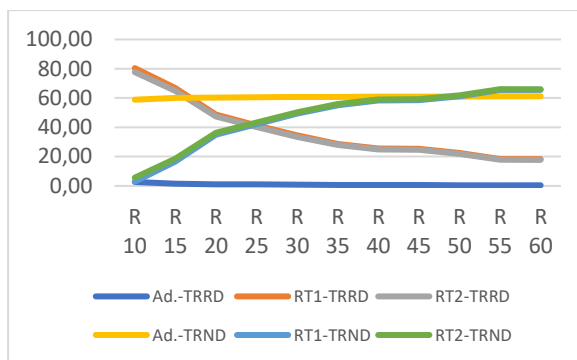
Izvor: autorica



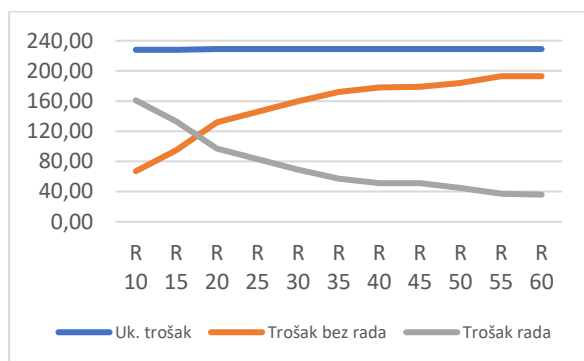
Grafikon 44. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



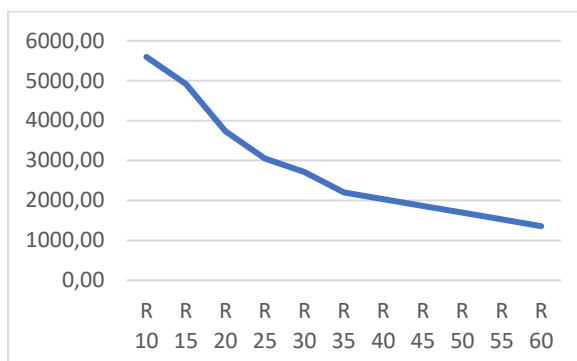
Grafikon 45. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 46. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 47. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 48. pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „tijelo2“ počinje se smanjivati na točki R20 te se smanjuje tokom vremena, ali diskretno ostaje čitavo vrijeme. Na točki R20 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 65%. Najbolja financijska isplativost radioloških tehnologa nalazi se na točki R25, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točke R15 i R20. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki R10 i R15.

6.4.3. Simulacijski eksperiment – CT pretraga za kategoriju mozak

Za kategoriju mozak, simulacijski eksperimenti uključivali su različito vrijeme naručivanja pacijenata, i to na svakih 5 minuta, počevši od 10 pa sve do 60 minuta, i za ovu je kategoriju

najprije napravljeno više simulacijskih eksperimenata s jednim radiološkim tehnologom za 8-satno radno vrijeme. Rezultati su prikazani u tablici 32.

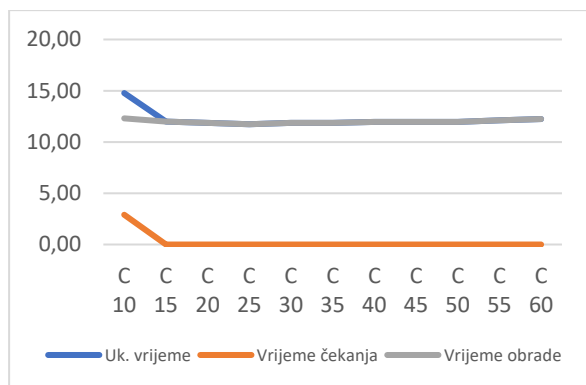
Tablica 32. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom

CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prilog od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
C 10	145,00	66,00	80,00	3983,72	14,77	2,90	12,30	49	47	6%	88%	22%	91%	3,43	76,16	58,17	7,36
C 15	146,00	92,00	54,00	2712,32	11,98	0,00	11,98	33	32	4%	59%	15%	61%	2,33	51,37	59,27	32,55
C 20	146,00	106,00	40,00	2034,24	11,87	0,00	11,87	25	24	3%	44%	11%	45%	1,76	38,09	59,84	45,83
C 25	145,00	114,00	32,00	1610,44	11,73	0,00	11,73	20	19	2%	35%	9%	36%	1,46	30,10	60,14	53,57
C 30	146,00	119,00	27,00	1356,16	11,87	0,00	11,87	17	16	2%	29%	7%	30%	1,17	25,46	60,43	58,46
C 35	146,00	122,00	23,00	1186,64	11,88	0,00	11,88	14	14	2%	26%	6%	27%	1,02	22,33	60,59	61,59
C 40	146,00	125,00	20,00	1017,12	11,97	0,00	11,97	13	12	1%	22%	5%	23%	0,87	19,32	60,73	64,60
C 45	146,00	127,00	19,00	932,36	11,97	0,00	11,97	11	11	1%	20%	5%	21%	0,80	17,71	60,80	66,21
C 50	146,00	129,00	17,00	847,60	11,96	0,00	11,96	10	10	1%	18%	5%	19%	0,74	16,07	60,86	67,85
C 55	146,00	130,00	15,00	762,84	12,12	0,00	12,12	9	9	1%	17%	4%	18%	0,67	14,69	60,93	69,23
C 60	146,00	132,00	14,00	678,08	12,24	0,00	12,24	9	8	1%	15%	4%	16%	0,59	13,19	61,01	70,73

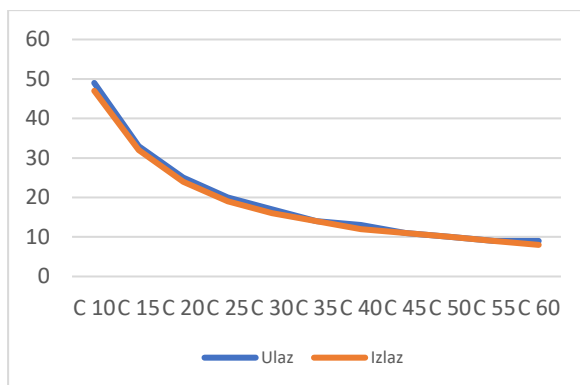
Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „mozak“ tijekom jedne 8-satne smjene, pri čemu se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se od 10 do 60 minuta, uz angažman jednog radiološkog tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi pritom ostaju razmjerno ujednačeni unatoč promjenama vremenskih rasporeda te se kreću između 145,00 i 146,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa raste s produljenjem trajanja pretraga, od 66,00 do 132,00 eura, dok se trošak rada istodobno smanjuje s 80,00 na 14,00 eura. Kako se vrijeme između narudžbi povećava, dolazi do smanjenja učinkovitosti i opterećenja kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod s produljenjem narudžbi pada s 3.983,72 eura na 678,08 eura, što ukazuje na pad učinkovitosti pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje velika odstupanja – dulje je kod kraćih narudžbi, dok je kod duljih gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se postupno produljuje s porastom trajanja narudžbi, ali na razini prosjeka ostaje relativno stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka pada s 49 na 9, a broj izlazaka s 47 na 8, što potvrđuje da dulje narudžbe smanjuju kapacitet sustava. Iskorištenost resursa također opada s produljenjem trajanja pretraga – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) smanjuje se s 91% na 16%, a CT uređaja s 88% na 15%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenskim intervalima.

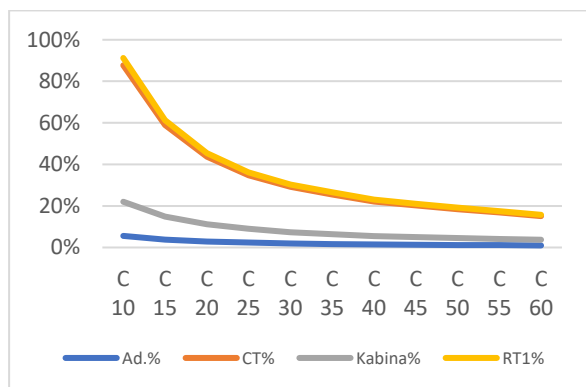
Na grafikonima 49 do 54 grafički su prikazani navedeni rezultati.



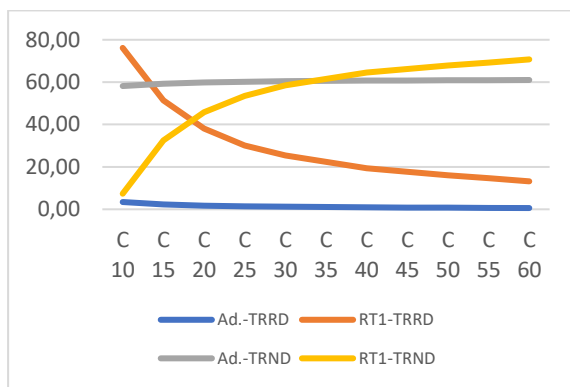
Grafikon 49. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



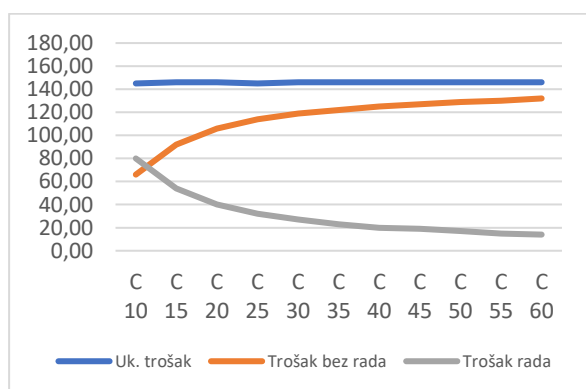
Grafikon 50. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



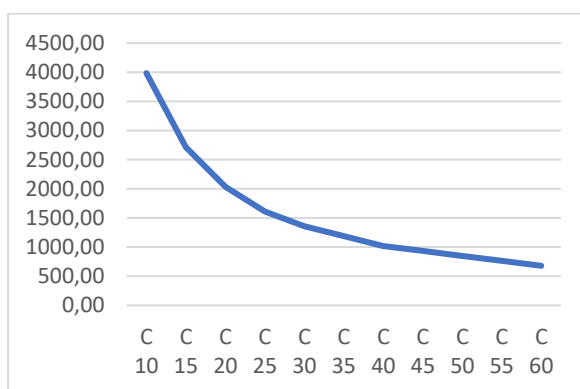
Grafikon 51. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 52. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 53. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 54. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „mozak“ počinje se smanjivati na točki C10 i potpuno nestaje na točki C15. Na točki C10 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 85%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se na točki C20, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točaka C10 i C15. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C10.

Drugi simulacijski eksperimenti napravljeni su slično kao predhodni simulacijski eksperiment koji je uključivao istu kategoriju pretrage, ali s uključena 2 radiološka tehnologa. Rezultati su prikazani su tablici 33.

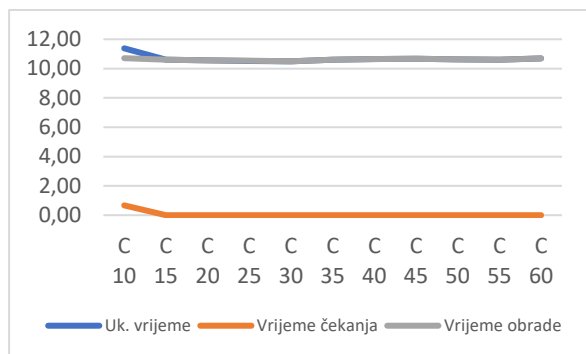
Tablica 33. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa

CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad. %	CT%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
C10	229,00	97,00	132,00	4068,48	11,38	0,67	10,71	49	48	6%	75%	23%	79%	75%	3,43	65,90	62,90	58,17	17,88	20,88
C15	229,00	142,00	88,00	2712,32	10,61	0,00	10,61	33	32	4%	50%	15%	52%	50%	2,32	43,66	41,67	59,28	40,26	42,25
C20	229,00	164,00	65,00	2034,24	10,56	0,00	10,56	25	24	3%	37%	11%	39%	37%	1,74	32,61	31,12	59,86	51,31	52,80
C25	229,00	177,00	52,00	1610,44	10,53	0,00	10,53	20	19	2%	30%	9%	31%	30%	1,46	26,01	24,75	60,14	57,64	58,90
C30	229,00	186,00	43,00	1356,16	10,49	0,00	10,49	17	16	2%	25%	7%	26%	25%	1,14	21,67	20,66	60,46	62,25	63,26
C35	229,00	191,00	39,00	1186,64	10,61	0,00	10,61	14	14	2%	22%	6%	23%	22%	1,01	19,20	18,32	60,59	64,72	65,60
C40	229,00	196,00	33,00	1017,12	10,64	0,00	10,64	13	12	1%	19%	6%	20%	19%	0,85	16,52	15,79	60,75	67,40	68,31
C45	229,00	199,00	31,00	932,36	10,67	0,00	10,67	11	11	1%	17%	5%	18%	17%	0,78	15,20	14,54	60,82	68,72	69,38
C50	229,00	202,00	28,00	847,60	10,63	0,00	10,63	10	10	1%	16%	5%	16%	16%	0,71	13,76	13,15	60,90	70,16	70,77
C55	229,00	205,00	25,00	762,84	10,60	0,00	10,60	9	9	1%	14%	4%	15%	14%	0,63	12,34	11,79	60,97	71,58	72,13
C60	229,00	207,00	22,00	678,08	10,68	0,00	10,68	9	8	1%	13%	4%	13%	13%	0,56	11,06	10,57	61,04	72,86	73,35

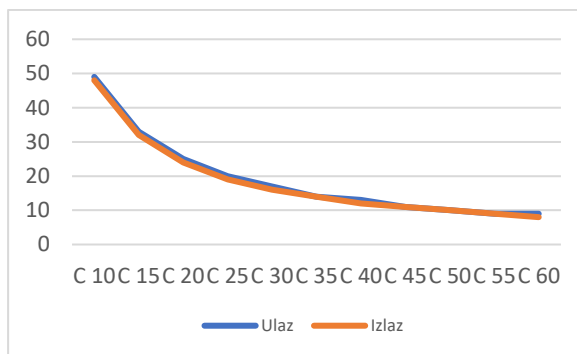
Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „mozak“ tijekom jedne osmosatne smjene, u kojoj se pretrage naručuju u intervalima od 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se između 10 i 60 minuta, uz sudjelovanje dva radiološka tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi pri svim promatranim varijantama vremenskog rasporeda pretraga ostaju gotovo nepromijenjeni te iznose 229,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa raste s produljenjem trajanja pretraga, od 97,00 do 207,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 132,00 na 22,00 eura. Povećanjem vremena između narudžbi dolazi do pada učinkovitosti i niže razine iskorištenosti kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se produljenjem narudžbi smanjuje s 4.068,48 eura na 678,08 eura, što ukazuje na slabiju učinkovitost sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje izražene oscilacije – znatno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s produljenjem trajanja narudžbi postupno produžuje, ali na razini prosjeka ostaje relativno stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji prolaze kroz sustav: broj ulazaka opada s 49 na 9, a broj izlazaka s 48 na 8, što potvrđuje da dulje narudžbe ograničavaju kapacitet sustava. Iskorištenost resursa također opada – zauzetost RT1 pada s 79% na 13%, RT2 s 75% na 13%,

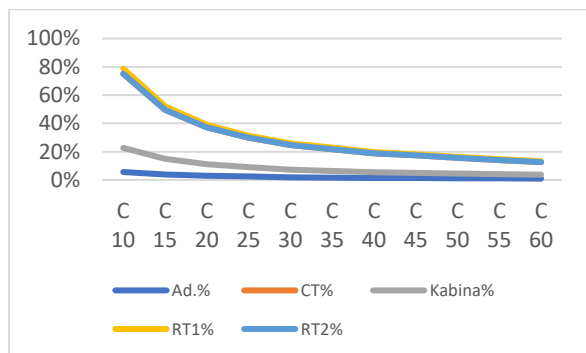
a CT uređaja s 75% na 13%, što odražava smanjenu iskorištenost dostupne opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između narudžbi.



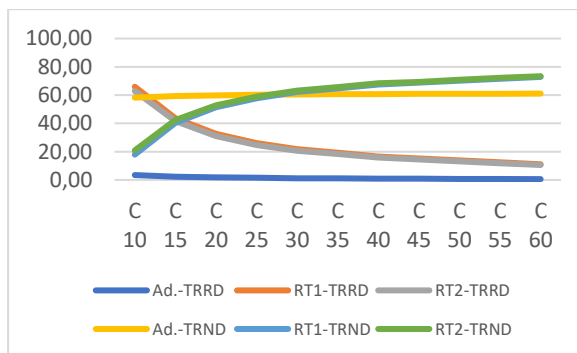
Grafikon 55. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



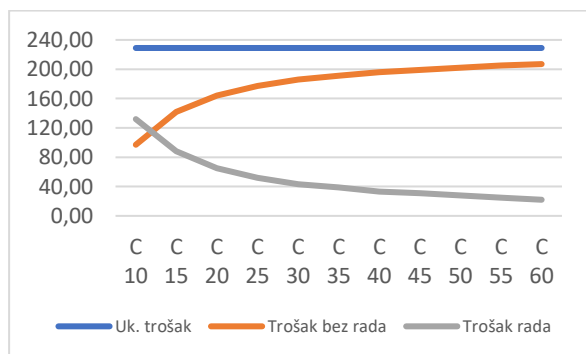
Grafikon 56. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



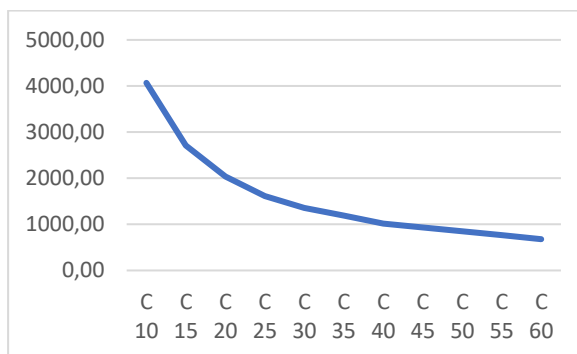
Grafikon 57. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 58. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 59. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 60. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „mozak“ počinje se smanjivati na točki C10 i potpuno nestaje na točki C15. Na točki C10 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%. Najbolja financijska iskoristivost radioloških tehnologa nalazi se na točki C15, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točke C10 i C15. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C10.

Treći simulacijski eksperiment za kategoriju mozak uključivao je jednog radiološkog tehnologa, ali i hitne pretrage. Rezultati su prikazani u tablici 34.

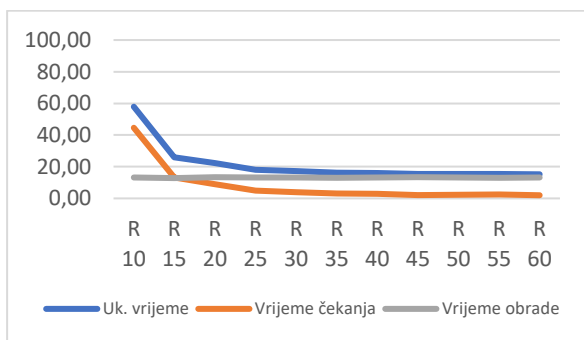
Tablica 34. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom i uključenim dolaskom hitnih pacijenata

CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
R 10	145,00	69,00	76,00	2966,60	57,89	44,61	13,28	46	35	4%	86%	12%	88%	2,27	73,59	59,33	9,72
R 15	145,00	85,00	61,00	2542,80	25,98	13,16	12,81	34	30	3%	68%	10%	70%	1,75	58,87	59,85	24,81
R 20	145,00	101,00	44,00	1779,96	22,25	8,86	13,39	23	21	2%	50%	7%	51%	1,12	42,79	60,48	41,00
R 25	145,00	109,00	36,00	1525,68	18,13	4,95	13,18	20	18	2%	41%	6%	42%	1,00	35,28	60,60	48,45
R 30	145,00	115,00	31,00	1271,40	17,25	3,99	13,26	16	15	1%	35%	5%	36%	0,82	29,85	60,78	53,84
R 35	145,00	121,00	25,00	1101,88	16,22	3,17	13,05	13	13	1%	28%	4%	27%	0,65	23,86	60,95	59,85
R 40	145,00	122,00	23,00	1017,12	16,05	2,95	13,10	12	12	1%	26%	4%	27%	0,58	22,57	61,02	61,30
R 45	145,00	124,00	21,00	932,36	15,34	2,03	13,32	12	11	1%	24%	4%	25%	0,55	20,73	61,05	63,12
R 50	145,00	126,00	19,00	847,60	15,35	2,22	13,12	10	10	1%	22%	3%	22%	0,47	18,78	61,13	65,05
R 55	145,00	130,00	15,00	678,08	15,49	2,44	13,05	9	8	1%	17%	3%	18%	0,42	14,68	61,18	69,15
R 60	145,00	130,00	15,00	678,08	15,20	1,98	13,22	9	8	1%	17%	2%	18%	0,39	14,77	61,21	68,87

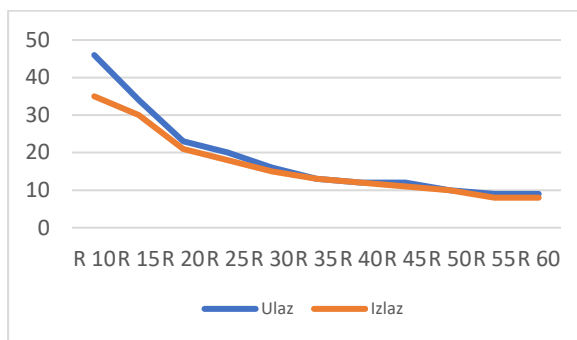
Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „mozak“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se od 10 do 60 minuta, uz sudjelovanje jednog radiološkog tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi ostaju gotovo nepromijenjeni unatoč promjenama vremenskog rasporeda te iznose 145,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa povećava se s produljenjem trajanja pretraga, od 69,00 do 130,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 76,00 na 15,00 eura. Kako se vrijeme između narudžbi produljuje, dolazi do pada učinkovitosti i iskorištenosti kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se pritom smanjuje s 2.966,60 eura na 678,08 eura, što upućuje na nižu učinkovitost pri duljim narudžbama. Vrijeme čekanja pokazuje znatne varijacije – dulje je kod kraćih narudžbi, dok je kod duljih gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s produljenjem narudžbi postupno produžuje, ali prosječno ostaje relativno stabilno. Broj ulazaka i izlazaka pacijenata opada s porastom trajanja narudžbi: broj ulazaka se smanjuje s 46 na 9, a broj izlazaka s 35 na 8, što ukazuje na smanjenje kapaciteta sustava pri duljim terminima. Istodobno se smanjuje i iskorištenost resursa – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) pada s 88% na 18%, a CT uređaja s 86% na 17%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora kod duljih vremenskih razmaka između pretraga.

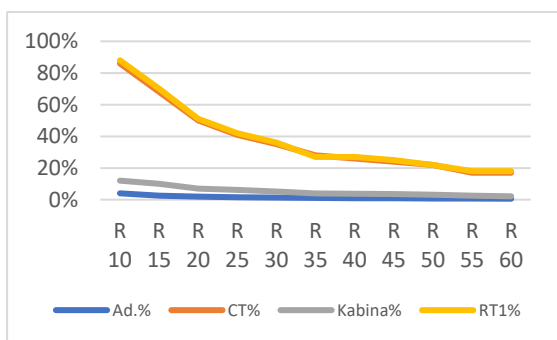
Na grafikonima 61 do 66 grafički su prikazani navedeni rezultati.



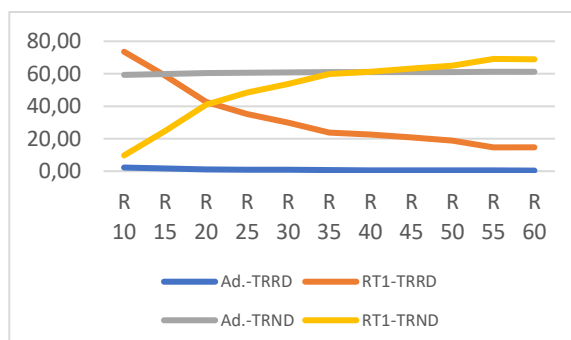
Grafikon 61. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



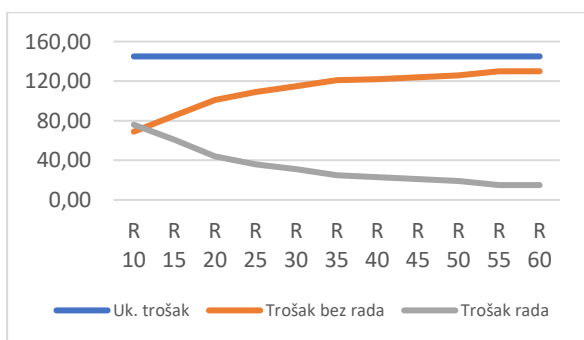
Grafikon 62. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



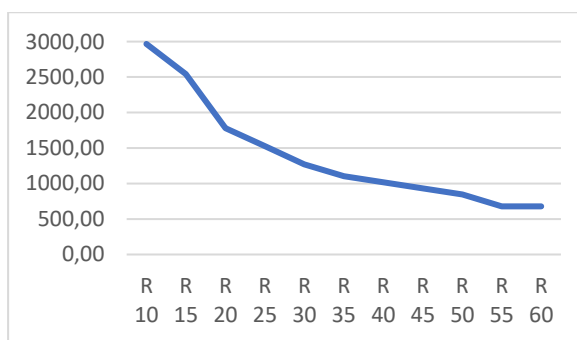
Grafikon 63. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 64. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 65. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 66. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „mozak“ počinje se smanjivati na točki R15 te se smanjuje tijekom vremena, ali diskretno ostaje čitavo vrijeme. Na točki R15 postiže se

najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 70%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se na točki R20, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točki R10 i R15. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki R10.

Zadnji simulacijski eksperiment za kategoriju mozak uključivao je 2 radiološka tehnologa, ali i hitne pretrage. Rezultati su prikazani su tablici 35.

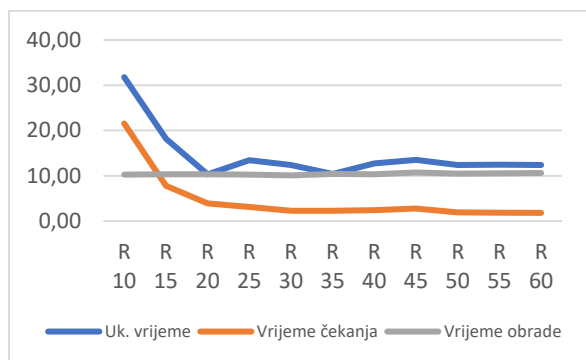
Tablica 35. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa i uključenim dolaskom hitnih pacijenata

CT	Uk. trošak	trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekan	vrijeme obrad	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
R 10	229,00	95,00	133,00	3898,96	31,80	21,56	10,24	49	46	4%	77%	15%	80%	77%	2,44	66,99	63,96	59,16	16,65	19,67
R 15	229,00	134,00	96,00	2797,08	18,17	7,80	10,37	34	33	3%	55%	11%	57%	55%	1,68	47,93	45,89	59,92	35,84	37,88
R 20	229,00	158,00	71,00	2119,00	10,32	3,90	10,32	25	25	2%	41%	8%	43%	41%	1,33	35,57	34,00	60,27	48,22	49,78
R 25	229,00	172,00	58,00	1695,20	13,42	3,15	10,27	21	20	2%	33%	7%	35%	33%	1,11	29,68	28,94	60,49	56,20	54,95
R 30	229,00	187,00	43,00	1271,40	12,37	2,28	10,09	16	15	1%	24%	5%	26%	24%	0,81	21,37	20,44	60,79	62,51	63,45
R 35	229,00	185,00	44,00	1271,40	10,43	2,27	10,43	16	15	1%	25%	5%	26%	25%	0,82	22,10	21,16	60,78	61,77	62,71
R 40	229,00	191,00	38,00	1101,88	12,73	2,40	10,32	14	13	1%	22%	4%	23%	22%	0,71	19,08	18,28	60,90	64,81	65,61
R 45	229,00	192,00	37,00	1101,88	13,52	2,78	10,74	13	13	1%	21%	4%	22%	21%	0,65	18,73	17,94	60,95	65,15	65,93
R 50	229,00	199,00	30,00	847,60	12,38	1,89	10,50	11	10	1%	17%	3%	18%	17%	0,51	15,28	14,62	61,09	68,64	69,30
R 55	229,00	202,00	28,00	762,84	12,45	1,88	10,56	9	9	1%	16%	3%	17%	16%	0,48	13,92	13,35	61,13	70,00	70,57
R 60	229,00	203,00	27,00	762,84	12,42	1,81	10,61	9	9	1%	15%	3%	16%	15%	0,43	13,41	12,84	61,17	70,50	71,07

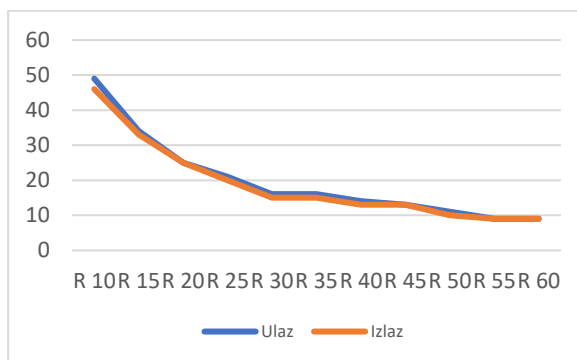
Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „mozak“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju u intervalima od 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se između 10 i 60 minuta. U promatranom scenariju sudjeluju dva radiološka tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi ostaju gotovo nepromijenjeni u svim varijantama rasporeda te iznose 229,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa povećava se s produljenjem trajanja pretraga, od 95,00 do 203,00 eura, dok se trošak radnog dijela smanjuje s 133,00 na 27,00 eura. Povećanjem vremena između narudžbi dolazi do pada učinkovitosti i razine iskorištenosti kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se istodobno smanjuje s 3.898,96 eura na 762,84 eura, što ukazuje na nižu učinkovitost sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje izražene oscilacije – značajno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je kod duljih narudžbi gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s produljenjem trajanja narudžbi postupno produljuje, ali na razini prosjeka ostaje relativno stabilno. Istodobno, povećanje trajanja narudžbi dovodi do smanjenja broja pacijenata koji prolaze kroz sustav: broj ulazaka se smanjuje s 49 na 9, a broj izlazaka s 46 na 9, što potvrđuje da dulje narudžbe reduciraju kapacitet sustava. Zabilježen je i pad iskorištenosti resursa – zauzetost RT1 opada s 80% na 16%, RT2 sa 77% na 15%, a CT uređaja s 77% na 15%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim intervalima naručivanja.

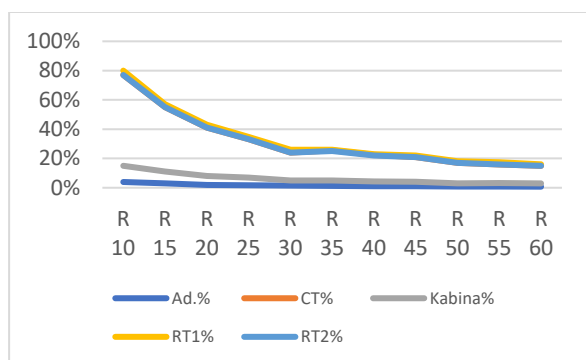
Na grafikonima 67 do 72 grafički su prikazani navedeni rezultati.



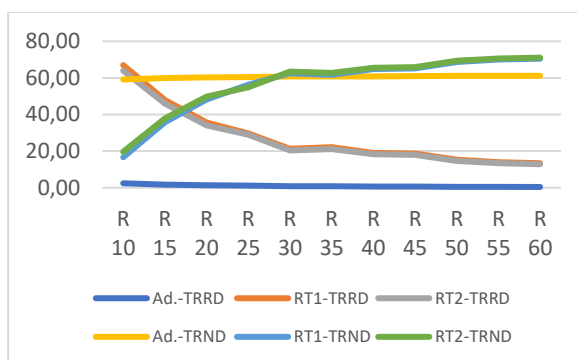
Grafikon 67. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



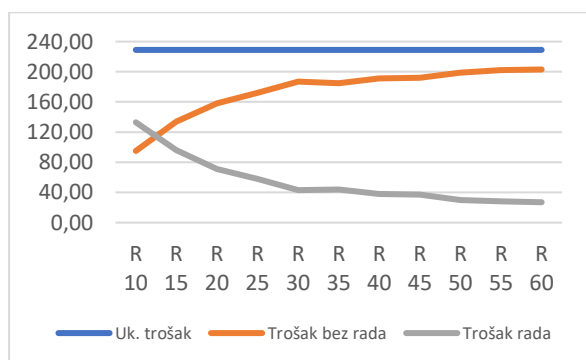
Grafikon 68. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



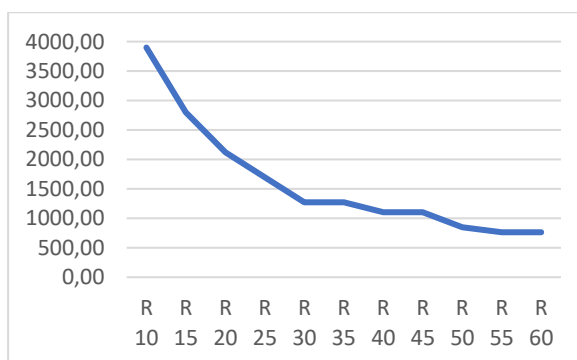
Grafikon 69. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 70. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 71. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 72. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „mozak“ počinje se smanjivati na točki R15 te se smanjuje tijekom vremena, ali diskretno ostaje čitavo vrijeme. Na točki R10 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%. Najbolja financijska iskoristivost radioloških tehnologa nalazi se između točki R15 i R20, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točke R10 i R15. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki R10.

6.4.4. Simulacijski eksperiment – CT pretraga za kategoriju srce

Za kategoriju srce, simulacijski eksperimenti uključivali su različito vrijeme naručivanja pacijenata, i to na svakih 5 minuta, počevši od 10 pa sve do 60 minuta. Za ovu je kategoriju najprije napravljeno više simulacijskih eksperimenata s jednim radiološkim tehnologom za 8-satno radno vrijeme. Rezultati su prikazani u tablici 36.

Tablica 36. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom

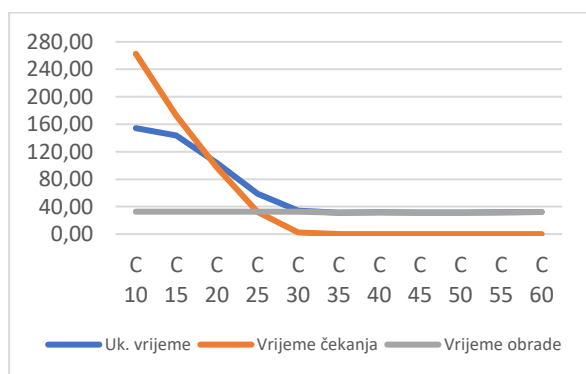
CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
c 10	145,00	60,00	84,00	4734,60	154,35	262,68	32,70	49	12	6%	95%	18%	97%	3,52	80,83	58,08	2,32
c 15	145,00	63,00	82,00	5129,15	143,86	172,73	32,74	33	13	4%	94%	20%	95%	2,39	79,28	59,21	3,85
c 20	145,00	65,00	79,00	5523,70	103,74	97,26	32,56	25	14	3%	92%	19%	93%	1,76	77,55	59,84	5,61
c 25	145,00	65,00	79,00	6312,80	58,82	32,45	32,61	20	16	2%	92%	18%	94%	1,43	77,65	60,17	5,32
c 30	145,00	72,00	73,00	5918,25	34,15	2,64	32,64	17	15	2%	85%	17%	86%	1,15	71,47	60,45	11,83
c 35	144,00	83,00	61,00	5129,15	31,21	0,05	31,19	14	13	2%	73%	14%	74%	1,02	60,39	60,59	22,17
c 40	146,00	90,00	55,00	4734,60	31,56	0,00	31,56	13	12	1%	64%	13%	65%	0,87	54,30	60,73	29,62
c 45	145,00	95,00	50,00	3945,50	31,45	0,00	31,45	11	10	1%	58%	11%	59%	0,80	49,57	60,80	34,32
c 50	145,00	100,00	46,00	3945,50	31,38	0,00	31,38	10	10	1%	53%	10%	54%	0,74	44,96	60,86	38,93
c 55	146,00	104,00	42,00	3550,95	31,78	0,00	31,78	9	9	1%	48%	10%	49%	0,67	40,99	60,93	42,93
c 60	146,00	108,00	37,00	3156,40	32,06	0,00	32,06	9	8	1%	43%	9%	44%	0,59	36,79	61,01	47,13

Izvor: autorica

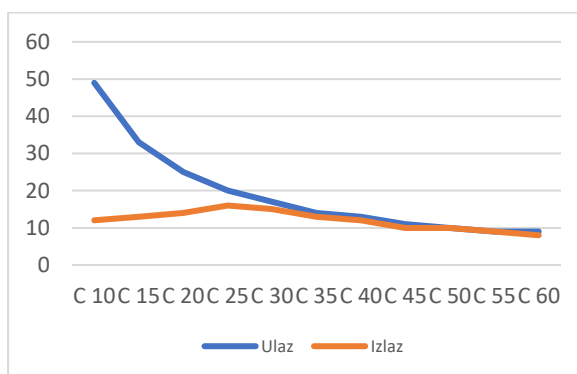
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „srce“ tijekom jedne osmosatne smjene, u kojoj se pretrage naručuju u intervalima od 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se između 10 i 60 minuta, uz angažman jednog radiološkog tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi pritom ostaju gotovo nepromijenjeni bez obzira na vremenski raspored pretraga te se kreću između 145,00 i 146,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa raste s produljenjem trajanja pretraga, od 60,00 do 108,00 eura, dok se trošak radnog dijela smanjuje s 84,00 na 37,00 eura. Kako se vrijeme između narudžbi povećava, dolazi do smanjenja učinkovitosti i opterećenja kapaciteta resursa, posebno kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se s produljenjem narudžbi smanjuje s 4.734,60 eura na 3.156,40 eura, što ukazuje na nižu razinu učinkovitosti pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje velika odstupanja – dulje je kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe gotovo

zanemarivo. Vrijeme obrade se s duljim narudžbama postupno povećava, ali na razini prosjeka ostaje relativno stabilno. Broj ulazaka i izlazaka pacijenata smanjuje se kako se trajanje narudžbi produljuje: broj ulazaka opada s 49 na 9, a broj izlazaka s 12 na 8, što potvrđuje da dulje narudžbe smanjuju kapacitet sustava. Istodobno se smanjuje i iskorištenost resursa – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) pada s 97% na 44%, a CT uređaja s 95% na 43%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

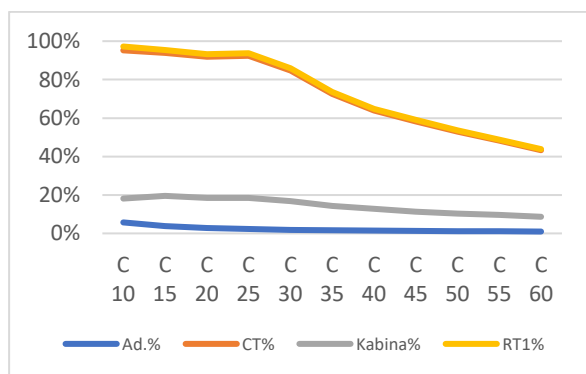
Na grafikonima 73 do 78 grafički su prikazani navedeni rezultati.



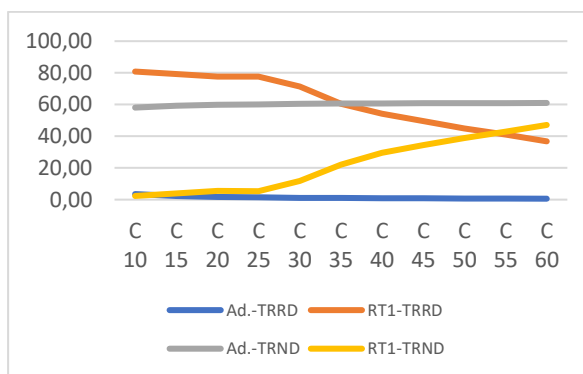
Grafikon 73. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



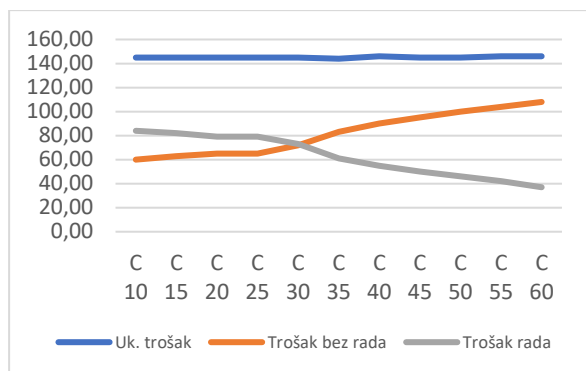
Grafikon 74. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



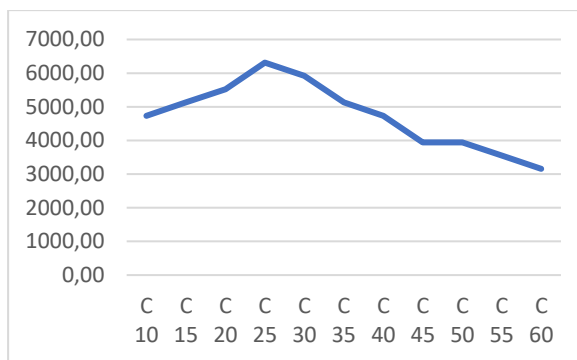
Grafikon 75. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 76. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 77. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 78. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „srce“ počinje se smanjivati na točki C25 i potpuno nestaje na točki C40. Na točki C30 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se na točki C55, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točaka C30 i C35. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C25.

Nakon ovoga, napravljen je sličan simulacijski eksperiment koji je uključivao istu kategoriju pretrage, ali s uključena 2 radiološka tehnologa. Rezultati su prikazani su tablici 37.

Tablica 37. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa

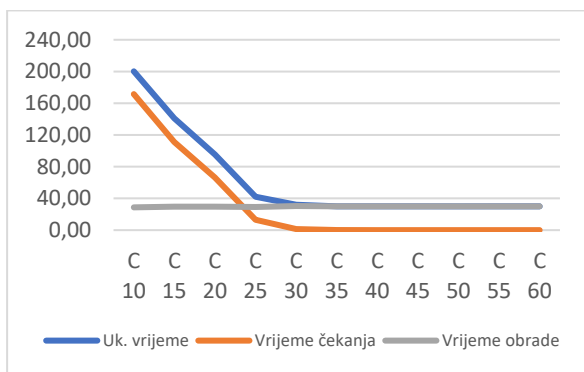
CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
C10	227,00	66,00	161,00	6707,35	200,19	171,47	28,72	49	17	6%	94%	29%	97%	94%	3,56	79,91	77,55	58,04	2,88	5,24
C15	227,00	68,00	159,00	5918,25	140,78	111,04	29,74	33	15	4%	94%	22%	95%	94%	2,30	79,07	77,63	59,30	3,81	5,26
C20	228,00	73,00	155,00	6707,35	95,57	66,12	29,46	25	17	3%	91%	21%	93%	91%	1,76	77,00	75,82	59,84	6,11	7,30
C25	227,00	76,00	151,00	7101,90	42,24	13,13	29,11	20	18	2%	90%	19%	91%	90%	1,44	75,34	74,30	60,16	7,34	8,38
C30	229,00	92,00	137,00	6312,80	31,82	1,43	30,40	17	16	2%	81%	17%	82%	81%	1,16	68,49	67,59	60,44	15,10	16,01
C35	226,00	116,00	110,00	5129,15	30,14	0,03	30,12	14	13	2%	70%	15%	71%	70%	1,01	57,67	56,87	60,59	24,68	25,48
C40	229,00	127,00	103,00	4734,60	30,16	0,00	30,16	13	12	1%	60%	13%	61%	60%	0,85	51,29	50,63	60,75	32,63	33,29
C45	229,00	135,00	94,00	4340,05	30,04	0,00	30,04	11	11	1%	55%	12%	56%	55%	0,78	46,69	46,08	60,82	36,94	37,55
C50	229,00	144,00	85,00	3945,50	29,94	0,00	29,94	10	10	1%	50%	11%	51%	50%	0,71	42,44	41,89	60,89	41,40	41,95
C55	229,00	153,00	76,00	3550,95	29,95	0,00	29,95	9	9	1%	45%	10%	45%	45%	0,63	38,17	37,67	60,97	45,75	46,25
C60	229,00	161,00	68,00	3156,40	30,18	0,00	30,18	9	8	1%	40%	9%	41%	40%	0,56	34,18	33,73	61,04	49,74	50,19

Izvor: autorica

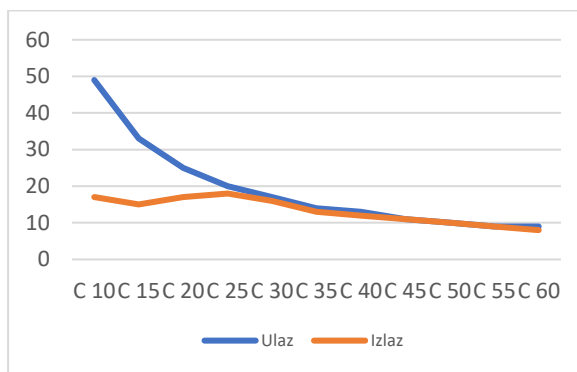
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „srce“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju u razmacima od 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage iznosi između 10 i 60 minuta, uz sudjelovanje dva radiološka tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi pri različitim vremenskim rasporedima pretraga ostaju razmjerno ujednačeni te se kreću između 226,00 i 229,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa povećava se s produljenjem trajanja pretraga, od 66,00 do 161,00 eura, dok se trošak rada istodobno smanjuje s 161,00 na 68,00 eura. Porast vremena između narudžbi dovodi do

smanjene učinkovitosti i niže razine iskorištenosti kapaciteta resursa, što je osobito uočljivo kod administratora i radioloških tehnologa. Istodobno, prihod se smanjuje s 6.707,35 eura na 3.156,40 eura, što upućuje na slabiju učinkovitost sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje znatne oscilacije – duže je kod kraćih narudžbi, dok je za dulje narudžbe minimalno. Vrijeme obrade se s produljenjem trajanja narudžbi postupno povećava, ali na razini prosjeka ostaje relativno stabilno. S porastom trajanja narudžbi smanjuje se i broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka opada s 49 na 9, a broj izlazaka s 17 na 8, što ukazuje na smanjenje kapaciteta sustava. Paralelno s tim opada i iskorištenost resursa – zauzetost RT1 pada s 97% na 41%, RT2 s 94% na 40%, a CT uređaja s 94% na 40%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

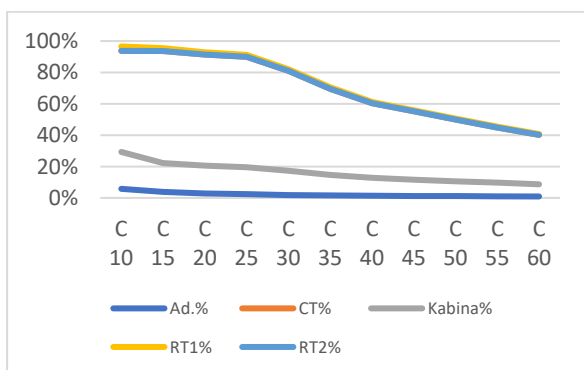
Na grafikonima 79 do 84 grafički su prikazani navedeni rezultati.



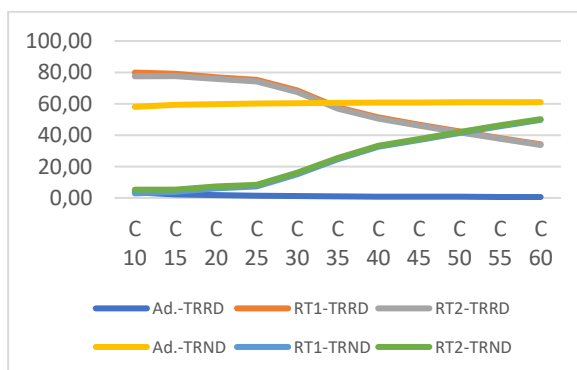
Grafikon 79. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



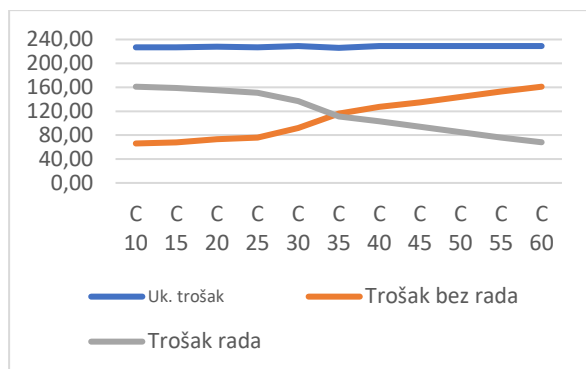
Grafikon 80. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



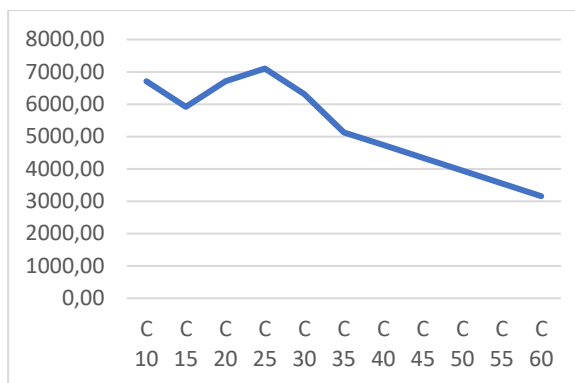
Grafikon 81. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 82. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 83. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 84. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „srce“ počinje se smanjivati na točki C25 i potpuno nestaje na točki C40. Na točki C30 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%. Najbolja financijska iskoristivost radioloških tehnologa nalazi se na točki C50, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točke C30 i C40. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C25.

Treći simulacijski eksperiment za kategoriju srce uključivao je jednog radiološkog tehnologa i hitne pretrage. Rezultati su prikazani su tablici 38.

Tablica 38. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom i uključenim dolaskom hitnih pacijenata

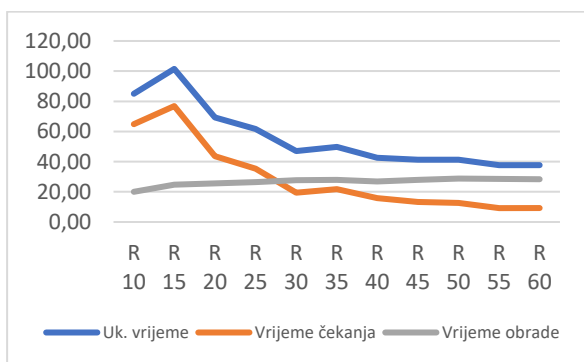
CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
R 10	145,00	60,00	85,00	7496,45	84,95	64,93	20,02	53	19	4%	97%	14%	99%	2,70	80,77	58,90	0,75
R 15	145,00	63,00	81,00	7101,90	101,50	76,85	24,65	33	18	3%	95%	14%	96%	1,61	79,50	59,99	3,47
R 20	145,00	76,00	69,00	6707,35	69,40	43,73	25,67	22	17	2%	80%	12%	82%	1,05	67,63	60,55	15,37
R 25	145,00	81,00	64,00	5918,25	61,72	35,26	26,47	19	15	1%	75%	12%	75%	0,94	62,74	60,66	20,68
R 30	145,00	92,00	53,00	5129,15	47,06	19,38	27,68	15	13	1%	62%	10%	63%	0,72	52,45	60,88	31,13
R 35	145,00	90,00	55,00	5129,15	49,78	21,79	27,98	15	13	1%	64%	11%	65%	0,76	54,08	60,84	29,00
R 40	145,00	100,00	45,00	4340,05	42,67	15,76	26,91	12	11	1%	53%	9%	54%	0,61	44,43	60,99	39,13
R 45	145,00	104,00	41,00	3945,50	41,26	13,39	27,87	12	10	1%	48%	7%	48%	0,60	40,21	60,99	43,31
R 50	145,00	109,00	36,00	3550,95	41,39	12,60	28,79	9	9	1%	42%	7%	43%	0,50	35,38	61,10	48,48
R 55	145,00	115,00	30,00	2761,85	37,68	9,20	28,48	8	7	1%	35%	6%	36%	0,42	30,01	61,18	53,82
R 60	145,00	116,00	29,00	2761,85	37,71	9,36	28,35	8	7	1%	34%	6%	34%	0,39	28,40	61,21	55,00

Izvor: autorica

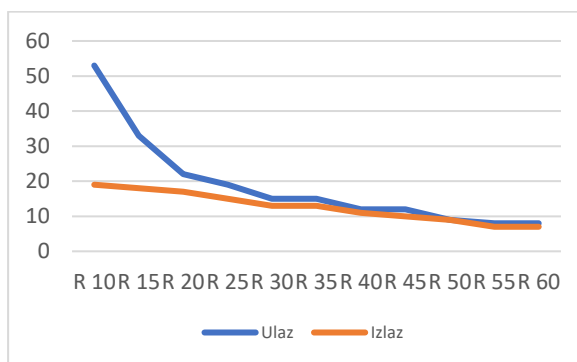
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „srce“ tijekom jedne osmosatne radne smjene, u kojoj se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage nalazi se u rasponu od 10 do 60 minuta, uz sudjelovanje jednog radiološkog tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi ostaju gotovo nepromijenjeni unatoč promjenama vremenskog rasporeda te iznose 145,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa povećava se s produljenjem trajanja pretraga, od 60,00 do 116,00 eura, dok se trošak radnog

dijela istodobno smanjuje s 85,00 na 29,00 eura. Povećanjem vremenskog razmaka između narudžbi dolazi do pada učinkovitosti i stupnja iskorištenosti kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se pritom smanjuje s 7.496,45 eura na 2.761,85 eura, što ukazuje na nižu učinkovitost sustava pri duljim narudžbama. Vrijeme čekanja pokazuje izražene oscilacije – značajno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade s produljenjem narudžbi postupno raste, ali prosječno ostaje razmjerno stabilno. Istodobno, povećanje trajanja narudžbi dovodi do smanjenja broja pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka pada s 53 na 8, a broj izlazaka s 19 na 7, što potvrđuje da dulje narudžbe ograničavaju kapacitet sustava. Ujedno opada i iskorištenost resursa – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) smanjuje se s 99% na 34%, a CT uređaja s 97% na 34%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

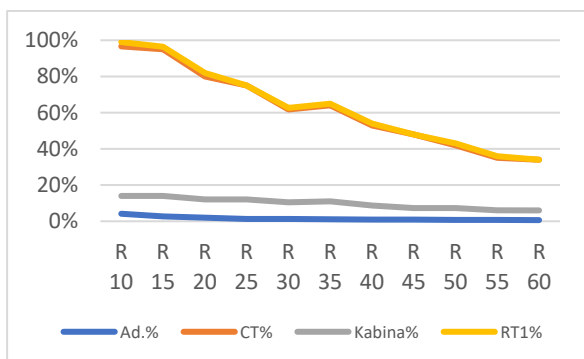
Na grafikonima 85 do 90 grafički su prikazani navedeni rezultati.



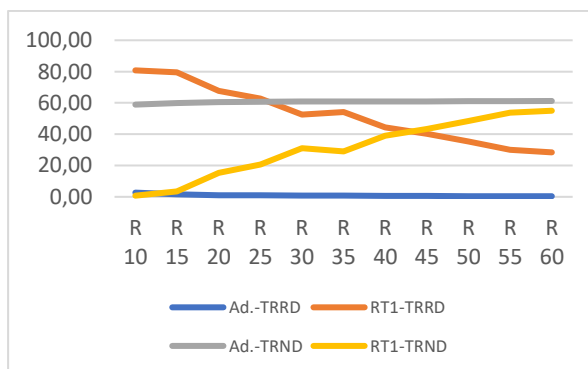
Grafikon 85. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



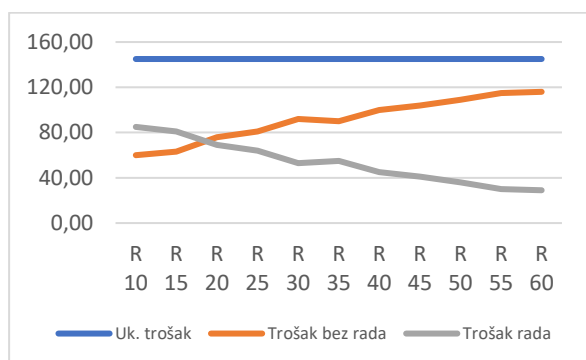
Grafikon 86. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



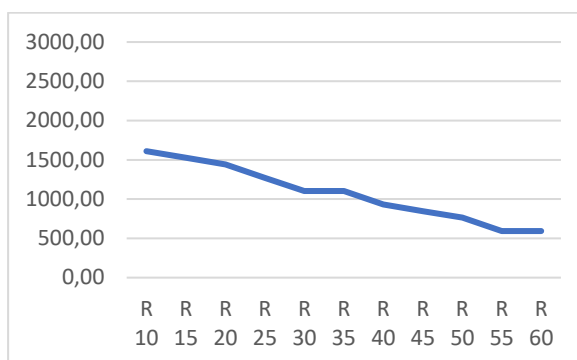
Grafikon 87. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 88. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 89. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 90. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „srce“ počinje se smanjivati na točki R25 te se smanjuje tijekom vremena, ali diskretno ostaje čitavo vrijeme. Na točki R30 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 65%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se na točki R45, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki R20. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki R15.

Zadnji simulacijski eksperiment za kategoriju srce uključivao je 2 radiološka tehnologa i hitne pretrage. Rezultati su prikazani su tablici 39.

Tablica 39. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa i uključenim dolaskom hitnih pacijenata

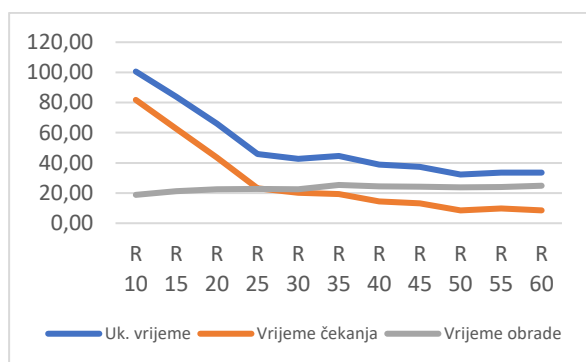
CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
R 10	228,00	65,00	163,00	9074,65	100,55	81,75	18,80	49	23	4%	95%	17%	98%	95%	2,47	81,27	79,20	59,13	1,81	3,88
R 15	228,00	73,00	154,00	8680,10	83,80	62,66	21,14	33	22	3%	91%	16%	93%	91%	1,59	77,28	75,63	60,01	5,81	7,46
R 20	227,00	83,00	144,00	8285,55	66,06	43,60	22,46	26	21	2%	86%	15%	87%	86%	1,23	72,10	70,73	60,37	10,78	12,15
R 25	227,00	107,00	120,00	6707,35	45,90	23,23	22,68	20	17	2%	71%	12%	73%	71%	0,96	60,06	58,96	60,64	22,86	23,97
R 30	228,00	122,00	106,00	6312,80	42,60	20,14	22,46	18	16	1%	63%	11%	64%	63%	0,81	53,08	52,14	60,79	30,24	31,17
R 35	228,00	132,00	96,00	5129,15	44,69	19,32	25,37	14	13	1%	57%	11%	58%	57%	0,78	47,83	47,02	60,82	35,29	36,11
R 40	228,00	148,00	80,00	4340,05	38,88	14,55	24,34	13	11	1%	48%	9%	49%	48%	0,66	40,13	39,43	60,94	43,19	43,89
R 45	229,00	156,00	72,00	3945,50	37,33	13,19	24,14	11	10	1%	43%	8%	44%	43%	0,55	36,26	35,63	61,05	47,37	48,00
R 50	229,00	169,00	60,00	3550,95	32,28	8,49	23,79	9	9	1%	35%	6%	36%	35%	0,44	30,03	29,50	61,16	53,65	54,18
R 55	229,00	174,00	55,00	3156,40	33,62	9,72	23,91	9	8	1%	32%	6%	33%	32%	0,40	27,48	27,00	61,20	56,31	56,80
R 60	229,00	178,00	51,00	2761,85	33,48	8,55	24,93	8	7	1%	30%	5%	31%	30%	0,36	25,58	25,13	61,24	58,12	58,56

Izvor: autorica

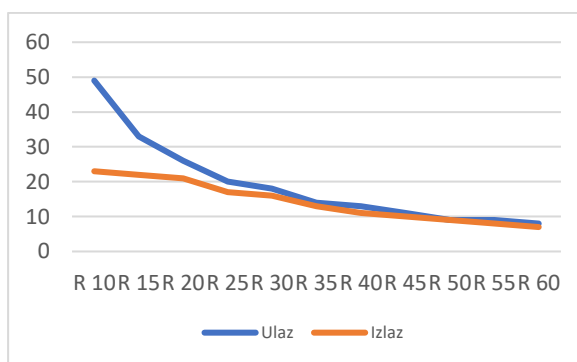
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „srce“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se u rasponu od 10 do 60 minuta, uz angažman dvaju radioloških tehnologa u dijagnostici. Ukupni troškovi ostaju razmjerno ujednačeni unatoč promjenama vremenskog rasporeda te se u simulaciji kreću od 227,00 do 229,00 eura. Trošak neradnog

dijela resursa povećava se s produljenjem trajanja pretraga, od 65,00 do 178,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 163,00 na 51,00 eura. Povećanje vremena između narudžbi dovodi do smanjene učinkovitosti i nižeg stupnja iskorištenosti kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se pritom smanjuje s 9.074,65 eura na 2.761,85 eura, što ukazuje na manju učinkovitost sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje izražene varijacije – kod kraćih narudžbi je znatno dulje, dok je za duže narudžbe minimalno. Vrijeme obrade se s produljenjem trajanja narudžbi postupno produljuje, ali prosječno ostaje relativno stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka opada s 49 na 8, a broj izlazaka s 23 na 7, što potvrđuje da dulje narudžbe ograničavaju kapacitet sustava. Ujedno se bilježi i pad iskorištenosti resursa – zauzetost RT1 pada s 98% na 31%, RT2 s 95% na 30%, a CT uređaja s 95% na 30%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

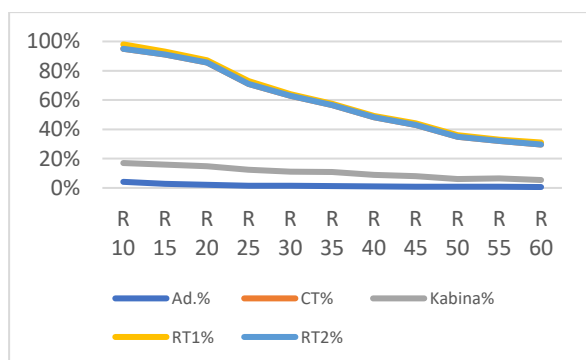
Na grafikonima 91 do 96 grafički su prikazani navedeni rezultati.



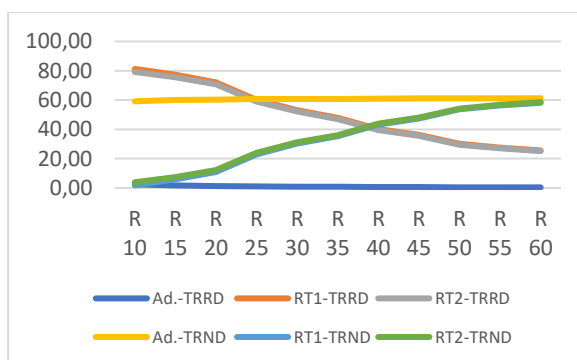
Grafikon 91. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 92. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

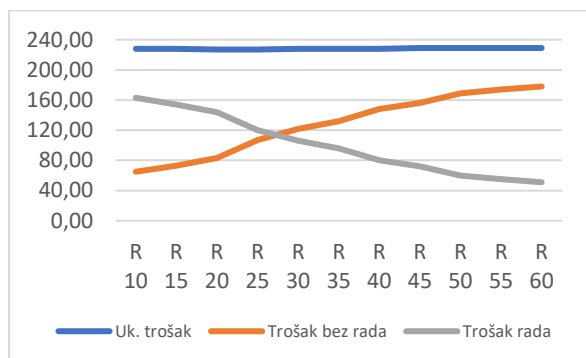


Grafikon 93. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 2 radiološka tehnologa



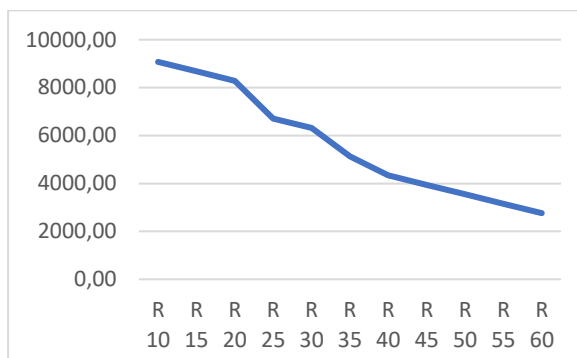
Grafikon 94. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 2 radiološka tehnologa

Izvor: autorica



Grafikon 95. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Izvor: autorica



Grafikon 96. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „srce“ počinje se smanjivati između točki R25 i R30 te se smanjuje tijekom vremena, ali diskretno ostaje čitavo vrijeme. Na točki R30 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 65%. Najbolja financijska iskoristivost radioloških tehnologa nalazi se na točki R40, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točke R25 i R30. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki R10.

6.4.5. Simulacijski eksperiment – CT pretraga za kategoriju kralježnica

Za kategoriju kralježnica, simulacijski eksperimenti uključivali su različito vrijeme naručivanja pacijenata, i to na svakih 5 minuta, počevši od 10 pa sve do 60 minuta. Za ovu je kategoriju najprije napravljeno više simulacijskih eksperimenata s jednim radiološkim tehnologom za 8-satno radno vrijeme. Rezultati su prikazani u tablici 40.

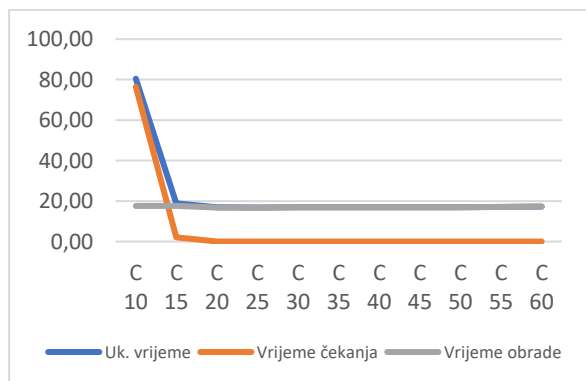
Tablica 40. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom

CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad. %	CT%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
C 10	145,00	69,00	76,00	2881,84	80,48	76,46	17,56	49	34	5%	84%	44%	87%	3,38	72,80	58,22	10,65
C 15	145,00	82,00	63,00	2712,32	18,92	2,14	17,62	33	32	4%	71%	35%	73%	2,34	60,94	59,26	22,73
C 20	146,00	98,00	48,00	2034,24	17,01	0,06	16,78	25	24	3%	53%	27%	55%	1,76	45,84	59,84	38,08
C 25	145,00	108,00	37,00	1610,44	16,80	0,00	16,80	20	19	2%	42%	22%	43%	1,46	35,92	60,14	47,79
C 30	146,00	114,00	32,00	1356,16	16,95	0,00	16,95	17	16	2%	35%	18%	36%	1,17	30,61	60,43	53,31
C 35	146,00	118,00	28,00	1186,64	16,90	0,00	16,90	14	14	2%	31%	16%	32%	1,01	26,83	60,59	57,09
C 40	146,00	121,00	24,00	1017,12	17,01	0,00	17,01	13	12	1%	27%	13%	28%	0,87	23,20	60,73	60,72
C 45	146,00	123,00	22,00	932,36	17,00	0,00	17,00	11	11	1%	25%	12%	25%	0,80	21,25	60,80	62,67
C 50	146,00	126,00	20,00	847,60	16,98	0,00	16,98	10	10	1%	22%	11%	23%	0,74	19,26	60,86	64,66
C 55	146,00	127,00	18,00	762,84	17,17	0,00	17,17	9	9	1%	20%	10%	21%	0,67	17,55	60,93	66,37
C 60	146,00	129,00	16,00	678,08	17,32	0,00	17,32	9	8	1%	18%	9%	19%	0,59	15,76	61,01	68,16

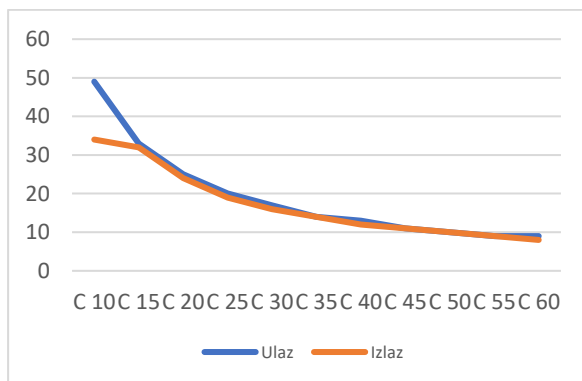
Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „kralježnica“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se od 10 do 60 minuta, uz sudjelovanje jednog radiološkog tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi ostaju gotovo nepromijenjeni unatoč različitim vremenskim rasporedima te se u simulaciji kreću između 145,00 i 146,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa raste s produljenjem trajanja pretraga, od 69,00 do 129,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 76,00 na 16,00 eura. Povećanje vremenskog razmaka između narudžbi dovodi do pada učinkovitosti i iskorištenosti kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se s produljenjem narudžbi smanjuje s 2.881,84 eura na 678,08 eura, što ukazuje na manju učinkovitost sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje znatne oscilacije – dulje je kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe minimalno. Vrijeme obrade se s produljenjem trajanja narudžbi postupno povećava, ali prosječno ostaje razmjerno stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka pada s 49 na 9, a broj izlazaka s 34 na 8, što potvrđuje da duže narudžbe reduciraju kapacitet sustava. Uočen je i pad iskorištenosti resursa – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) opada s 87% na 19%, a CT uređaja s 84% na 18%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenskim intervalima.

Na grafikonima 97 do 102 grafički su prikazani navedeni rezultati.

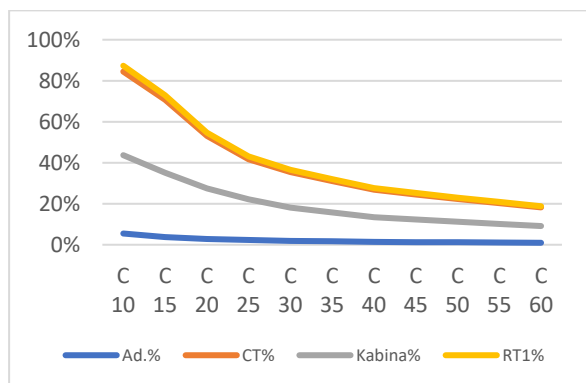


Grafikon 97. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom



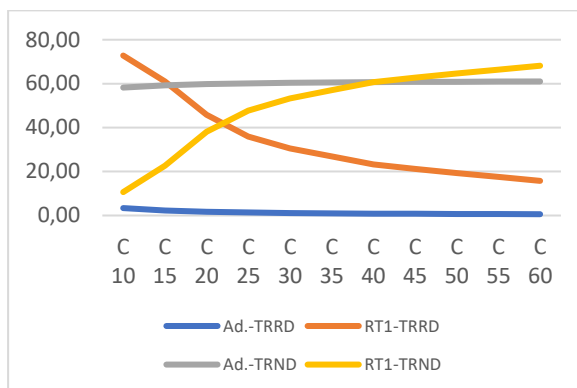
Grafikon 98. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom

Izvor: autorica

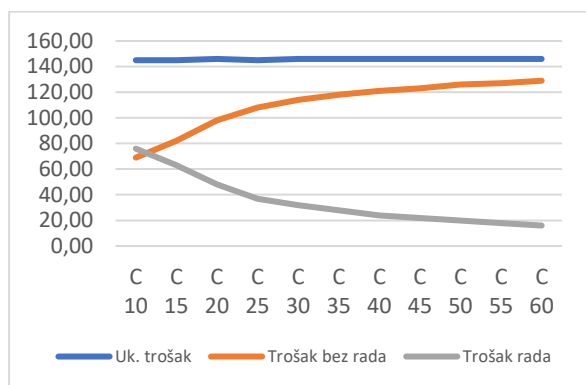


Grafikon 99. Udio vremena iskorisćenosti resursa za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

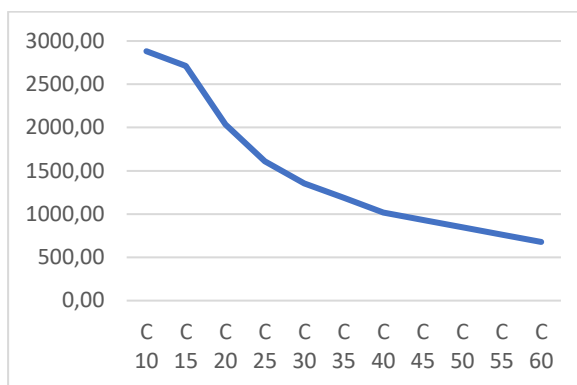
Izvor: autorica



Grafikon 100. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 101. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 102. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „kralježnica“ počinje se smanjivati na točki C10 i potpuno nestaje na točki C25. Na točki C15 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se između točaka C20 i C25, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točaka C10 i C15. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C10

Drugi eksperiment je napravljen sličan kao predhodni simulacijski eksperiment koji je uključivao istu kategoriju pretrage, ali s uključena 2 radiološka tehnologa. Rezultati su prikazani su tablici 41.

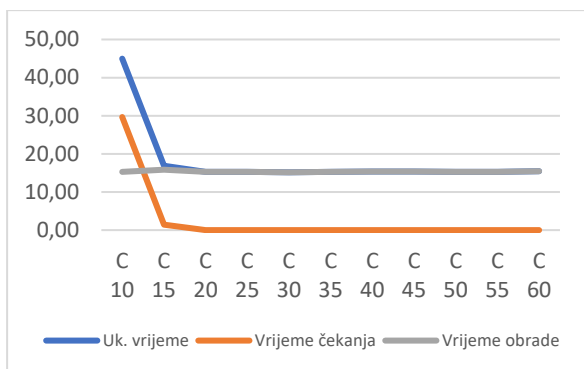
Tablica 41. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa

CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
C10	229,00	89,00	140,00	3475,16	44,97	29,66	15,30	49	41	6%	80%	49%	83%	80%	3,46	69,65	67,04	58,14	14,01	16,62
C15	229,00	124,00	105,00	2712,32	16,86	1,44	15,85	33	32	4%	60%	37%	62%	60%	2,33	52,38	50,58	59,27	31,53	33,33
C20	229,00	151,00	78,00	2034,24	15,30	0,00	15,30	25	24	3%	45%	27%	46%	45%	1,74	38,91	37,56	59,86	45,01	46,36
C25	229,00	167,00	62,00	1610,44	15,28	0,00	15,28	20	19	2%	36%	22%	37%	36%	1,46	30,81	29,67	60,14	52,91	54,05
C30	229,00	178,00	52,00	1356,16	15,16	0,00	15,16	17	16	2%	30%	18%	31%	30%	1,14	25,85	24,93	60,46	58,07	58,99
C35	229,00	184,00	46,00	1186,64	15,30	0,00	15,30	14	14	2%	26%	16%	27%	26%	1,01	22,85	22,53	60,59	61,07	61,87
C40	229,00	190,00	39,00	1017,12	15,33	0,00	15,33	13	12	1%	23%	14%	23%	23%	0,85	19,59	18,93	60,75	64,33	64,99
C45	229,00	193,00	36,00	932,36	15,38	0,00	15,38	11	11	1%	21%	13%	21%	21%	0,78	18,01	17,41	60,82	65,91	66,51
C50	229,00	197,00	33,00	847,60	15,32	0,00	15,32	10	10	1%	19%	11%	19%	19%	0,71	16,31	15,75	60,89	67,61	68,17
C55	229,00	200,00	29,00	762,84	15,30	0,00	15,30	9	9	1%	17%	10%	17%	17%	0,63	14,63	14,13	60,97	69,29	69,79
C60	229,00	203,00	26,00	678,08	15,43	0,00	15,43	9	8	1%	15%	9%	16%	15%	0,56	13,17	12,66	61,04	70,81	71,26

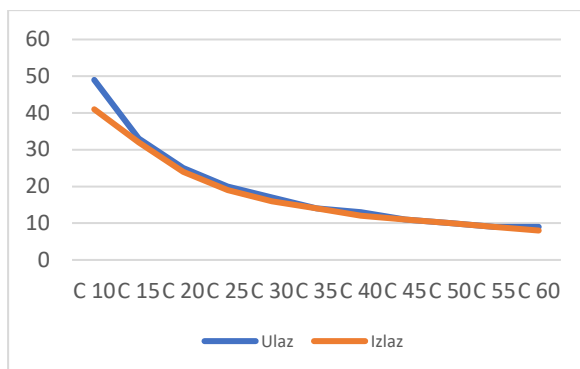
Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „kralježnica“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage nalazi se u rasponu od 10 do 60 minuta, uz angažman dva radiološka tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi pri svim promatranim vremenskim rasporedima ostaju gotovo nepromijenjeni te iznose 229,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa povećava se s produljenjem trajanja pretraga, od 89,00 do 203,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 140,00 na 26,00 eura. Povećanje intervala između narudžbi dovodi do smanjenja učinkovitosti i stupnja popunjenosti kapaciteta resursa, ponajprije kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se s duljim narudžbama smanjuje s 3.475,16 eura na 678,08 eura, što ukazuje na lošiju učinkovitost sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje velika odstupanja – duže je kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s produljenjem trajanja narudžbi postupno produžuje, ali u prosjeku ostaje relativno stabilno. Istodobno dolazi do pada broja pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka se smanjuje s 49 na 9, a broj izlazaka s 41 na 8, što potvrđuje da dulje narudžbe reduciraju kapacitet sustava. Također se smanjuje i iskorištenost resursa – zauzetost RT1 opada s 83% na 16%, RT2 s 80% na 15%, a CT uređaja s 80% na 15%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima.

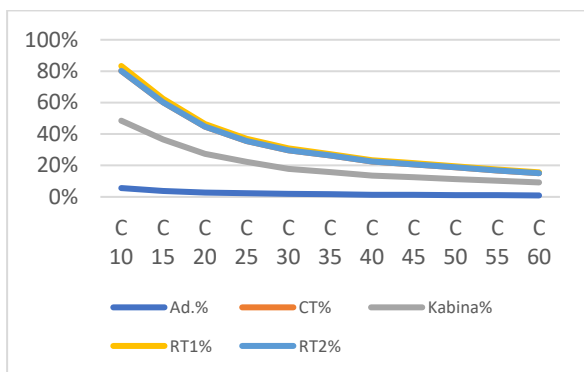
Na grafikonima 103 do 108 grafički su prikazani navedeni rezultati.



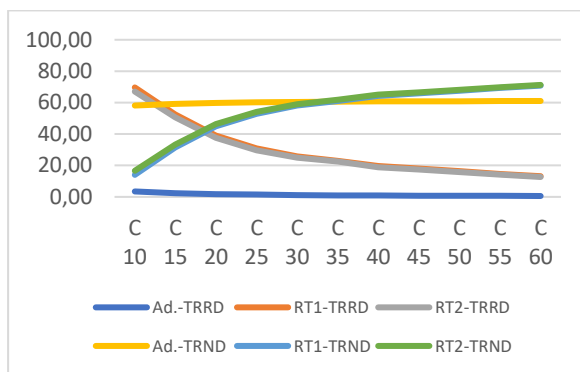
Grafikon 103. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



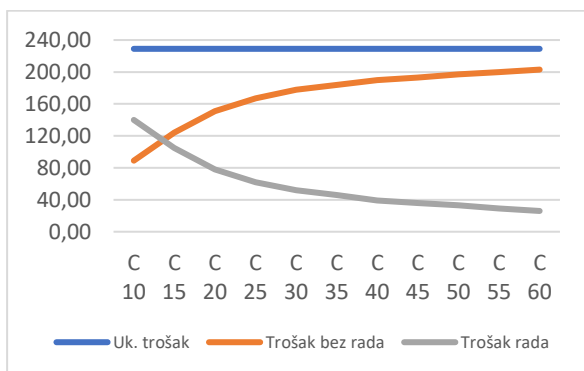
Grafikon 104. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



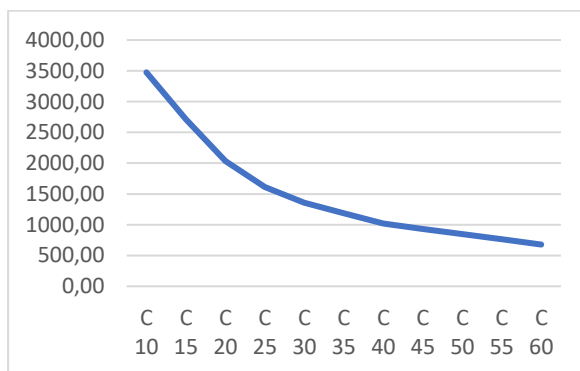
Grafikon 105. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 106. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 107. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 108. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „kralježnica“ počinje se smanjivati na točki C15 i potpuno nestaje na točki C20. Na točki C15 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza

pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 70%. Najbolja financijska iskoristivost radioloških tehnologa nalazi se na točki C20, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki C15. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C10.

Treći simulacijski eksperiment za kategoriju kralježnica uključivao je 1 radiološkog tehnologa, ali i hitne pretrage koje uvijek imaju prednost pred redovitima. Rezultati su prikazani su tablici 42.

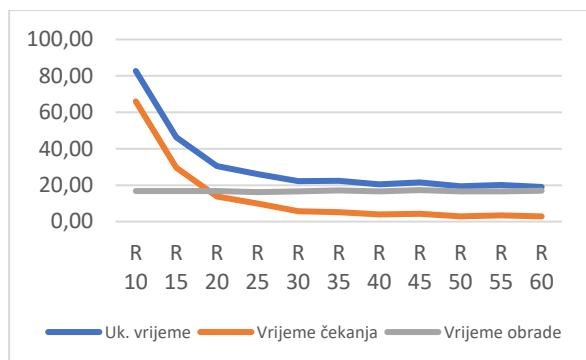
Tablica 42. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom i uključenim dolaskom hitnih pacijenata

CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad. %	CT%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
R 10	145,00	64,00	81,00	2712,32	82,71	66,00	16,71	50	32	4%	91%	24%	94%	2,56	78,06	59,04	5,24
R 15	145,00	80,00	65,00	2373,28	46,25	29,52	16,73	32	28	2%	74%	22%	77%	1,49	63,98	60,11	19,65
R 20	145,00	97,00	49,00	1864,72	30,46	13,79	16,67	23	22	2%	55%	18%	56%	1,28	47,23	60,32	36,56
R 25	145,00	107,00	39,00	1525,68	26,04	9,87	16,17	19	18	1%	44%	14%	45%	0,88	37,68	60,72	45,99
R 30	145,00	112,00	34,00	1271,40	22,22	5,66	16,56	16	15	1%	38%	13%	39%	0,82	32,89	60,78	50,82
R 35	145,00	115,00	30,00	1101,88	22,31	5,16	17,15	14	13	1%	35%	12%	36%	0,71	29,66	60,89	53,90
R 40	145,00	120,00	25,00	932,36	20,48	3,88	16,60	12	11	1%	28%	9%	29%	0,53	24,44	61,07	59,43
R 45	145,00	123,00	23,00	847,60	21,55	4,27	17,28	11	10	1%	26%	8%	27%	0,49	22,21	61,11	61,58
R 50	145,00	125,00	21,00	847,60	19,42	2,88	16,54	10	10	1%	23%	7%	24%	0,47	20,04	61,34	61,13
R 55	145,00	127,00	18,00	762,84	20,03	3,39	16,64	9	9	1%	21%	7%	22%	0,46	17,90	61,14	65,84
R 60	145,00	129,00	16,00	593,32	19,01	2,84	16,97	8	7	1%	18%	6%	19%	0,39	15,41	61,21	68,27

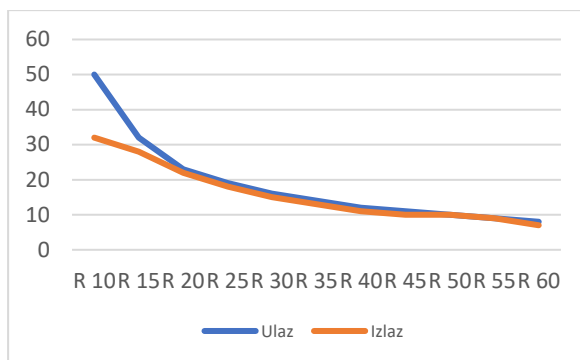
Izvor: autorica

Tablica prikazuje simulaciju prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „kralježnica“ tijekom 8-satnog radnog vremena, gdje se pretrage naručuju svakih 5 minuta unutar raspona trajanja od 10 do 60 minuta, s jednim radiološkim tehnologom u dijagnostici. Ukupni troškovi su relativno stabilni pri različitim vremenskim rasporedima pretraga, dosežući 145,00 eura kroz simulaciju. Troškovi bez rada rastu s duljim vremenima pretraga, od 64,00 do 129,00 eura, dok troškovi rada opadaju od 81,00 do 16,00 eura. Smanjenje učinkovitosti i zasićenosti kapaciteta resursa očituje se kod administratora i radioloških tehnologa kako se vrijeme narudžbe povećava. Prihod opada s produljenjem narudžbi od 2.712,32 eura na 593,32 eura, što upućuje na manju učinkovitost kod dužih narudžbi. Vrijeme čekanja jako varira, s dužim čekanjem za kraće narudžbe i minimalnim čekanjem za duže narudžbe. Vrijeme obrade postupno raste s duljim narudžbama, no ostaje prosječno konzistentno. Broj ulazaka i izlazaka pacijenata opada s povećanjem trajanja narudžbi, što pokazuje kako duže narudžbe smanjuju kapacitet, smanjujući broj ulazaka u proces s 50 na 8 te izlazaka pacijenata s 32 na 7. Zauzetost resursa opada s duljim narudžbama, što odražava manju iskorištenost opreme i prostora, pri čemu RT postotak opada od 94% do 19% te CT s 91% na 18%.

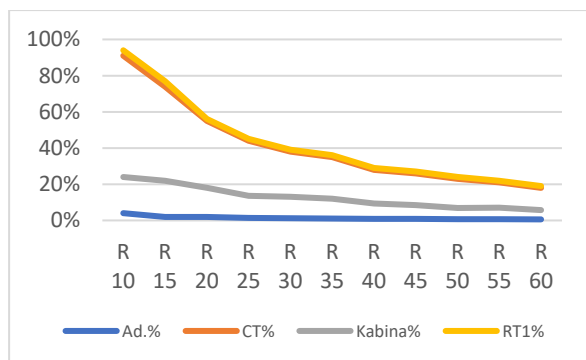
Na grafikonima 109 do 114 grafički su prikazani navedeni rezultati.



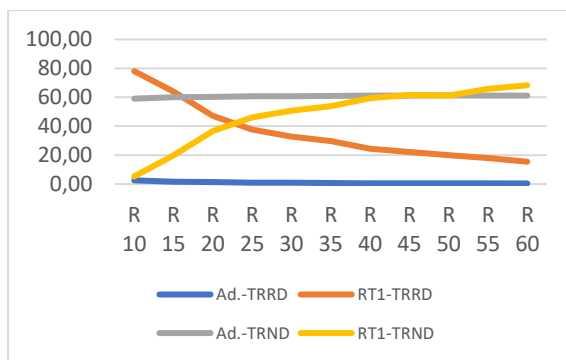
Grafikon 109. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



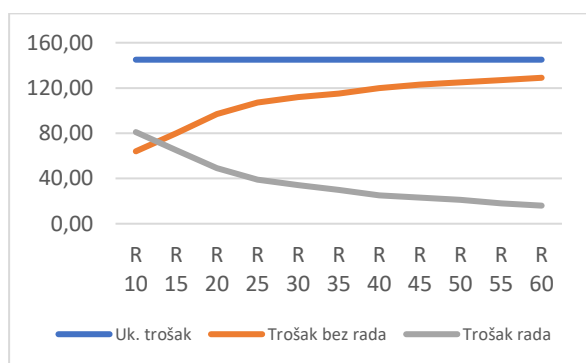
Grafikon 110. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



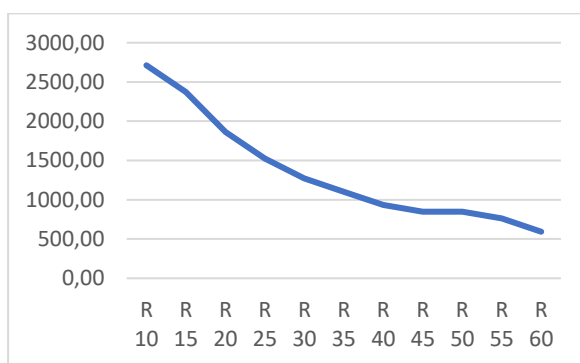
Grafikon 111. resursa za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 112. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 113. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 114. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „kraljeznica“ počinje se smanjivati na točki R10 te se smanjuje tijekom vremena, ali diskretno ostaje čitavo vrijeme. Na točki R15 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 77%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se između točki R20 i R25, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točki R10 i R15. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki R10.

Zadnji simulacijski eksperiment za kategoriju kraljeznica uključivao je 2 radiološka tehnologa i hitne pretrage. Rezultati su prikazani su tablici 43.

Tablica 43. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju kraljeznica, s 2 radiološka tehnologa i uključenim dolaskom hitnih pacijenata

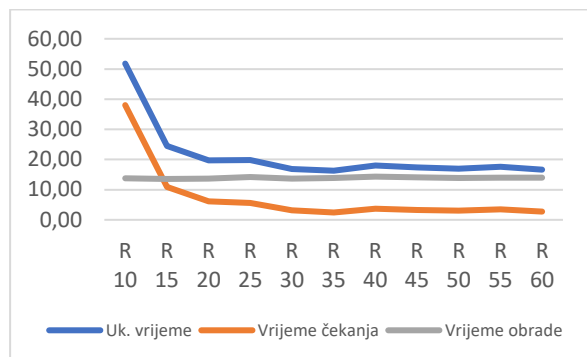
CT	Uk. trošak	trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
R 10	229,00	84,00	145,00	3644,68	51,79	38,02	13,78	50	43	4%	84%	36%	87%	84%	2,47	72,69	69,94	59,13	10,85	13,59
R 15	229,00	128,00	101,00	2542,80	24,48	10,94	13,55	32	30	2%	59%	23%	61%	59%	1,49	50,62	48,83	60,13	32,99	34,78
R 20	229,00	153,00	76,00	1949,48	19,76	6,14	13,62	24	23	2%	44%	18%	46%	44%	1,22	37,96	36,59	60,38	45,61	46,98
R 25	229,00	162,00	67,00	1610,44	19,79	5,62	14,18	21	19	2%	39%	16%	40%	39%	1,10	33,34	32,15	60,50	50,27	51,47
R 30	229,00	179,00	50,00	1356,16	16,81	3,12	13,69	16	16	1%	29%	13%	30%	29%	0,83	25,19	24,30	60,77	58,65	59,53
R 35	229,00	187,00	42,00	1101,88	16,29	2,43	13,86	14	13	1%	24%	11%	25%	24%	0,72	21,04	20,26	60,88	62,75	63,52
R 40	229,00	192,00	37,00	932,36	18,01	3,68	14,33	12	11	1%	21%	10%	22%	21%	0,63	18,48	17,82	60,97	65,37	66,03
R 45	229,00	190,00	39,00	1017,12	17,34	3,29	14,05	12	12	1%	23%	9%	23%	23%	0,56	19,62	18,93	61,04	64,27	64,96
R 50	229,00	192,00	37,00	932,36	16,97	3,07	13,90	12	11	1%	22%	9%	22%	22%	0,53	18,70	18,03	61,07	65,08	65,75
R 55	229,00	197,00	32,00	847,60	17,54	3,52	14,02	10	10	1%	19%	8%	19%	19%	0,48	16,08	15,52	61,12	67,80	68,37
R 60	229,00	199,00	30,00	762,84	16,63	2,69	13,94	9	9	1%	17%	7%	18%	17%	0,42	15,04	14,50	61,18	68,87	69,40

Izvor: autorica

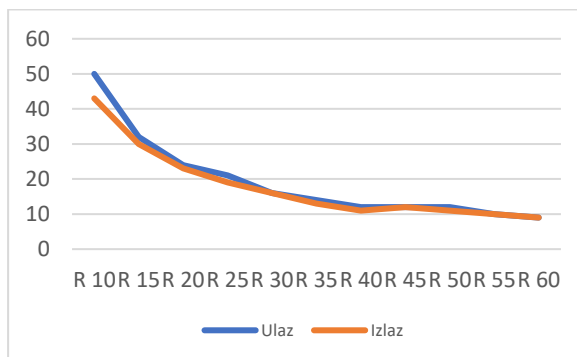
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „kraljeznica“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju u intervalima od 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se između 10 i 60 minuta, uz sudjelovanje dva radiološka tehnologa u dijagnostici. Ukupni troškovi pritom ostaju gotovo nepromijenjeni kroz sve promatrane varijante rasporeda te iznose 229,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa povećava se s produljenjem trajanja pretraga, od 84,00 do 199,00 eura, dok se trošak radnog dijela smanjuje s 145,00 na 30,00 eura. Kako se produljuje vrijeme između narudžbi, dolazi do smanjene učinkovitosti i nižeg stupnja iskorištenosti kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se istodobno smanjuje s 3.644,68 eura na 762,84 eura, što upućuje na slabiju učinkovitost sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje izrazite varijacije – znatno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s porastom trajanja narudžbi postupno produljuje, ali na razini prosjeka ostaje relativno stabilno. Povećanje trajanja narudžbi rezultira i padom broja pacijenata koji prolaze kroz sustav: broj ulazaka opada s 50 na 9, a broj izlazaka s 43 na 9, što potvrđuje da dulje narudžbe smanjuju efektivni kapacitet sustava. Paralelno tomu bilježi se i smanjenje iskorištenosti resursa – zauzetost RT1 pada s 87% na

18%, RT2 s 84% na 17%, a CT uređaja s 84% na 17%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

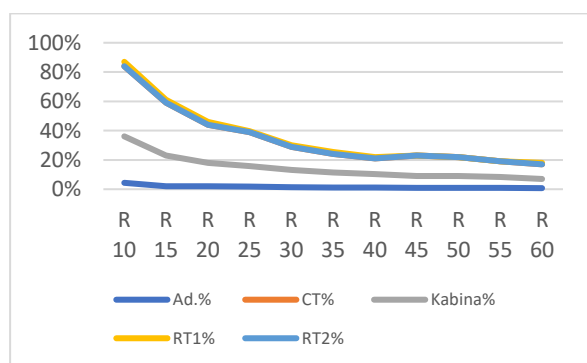
Na grafikonima 115 do 120 grafički su prikazani navedeni rezultati.



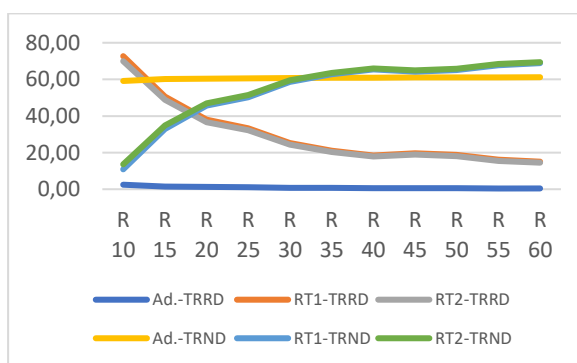
Grafikon 115. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



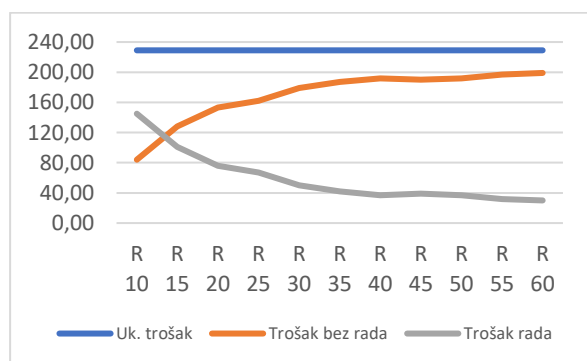
Grafikon 116. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



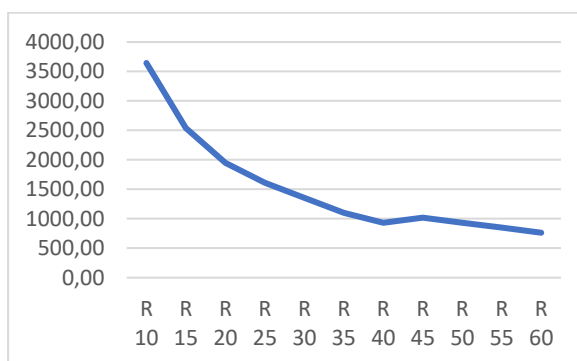
Grafikon 117. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 118. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 119. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa



Grafikon 120. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „kralježnica“ počinje se smanjivati na točki R15 te se smanjuje tijekom vremena, ali diskretno ostaje čitavo vrijeme. Na točki R15 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 65%. Najbolja financijska iskoristivost radioloških tehnologa nalazi se između točki R15 i R20, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točki R10 i R15. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki R10.

6.4.6. Simulacijski eksperiment – CT pretraga za kategoriju muskuloskelet

Za kategoriju muskuloskelet, simulacijski eksperimenti uključivali su različito vrijeme naručivanja pacijenata, i to na svakih 5 minuta, počevši od 10 pa sve do 60 minuta. Za ovu je kategoriju najprije napravljeno više simulacijskih eksperimenata s jednim radiološkim tehnologom za 8-satno radno vrijeme. Rezultati su prikazani u tablici 44.

Tablica 44. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom

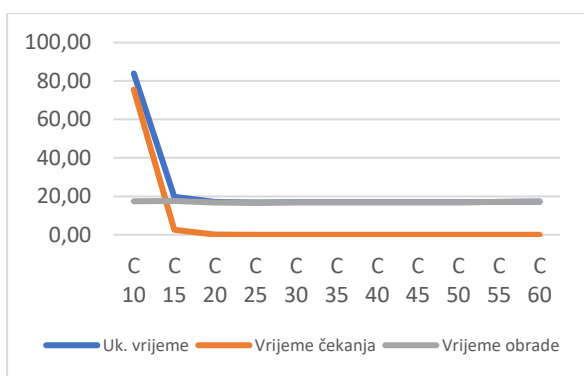
CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad. %	CT%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
C 10	145,00	70,00	75,00	2966,60	83,90	75,51	17,50	49	35	6%	83%	47%	86%	3,48	71,48	58,12	11,95
C 15	145,00	83,00	63,00	2627,56	19,75	2,69	17,60	33	31	4%	70%	38%	72%	2,34	60,34	59,26	23,51
C 20	146,00	99,00	46,00	2034,24	17,03	0,10	16,78	25	24	3%	52%	29%	53%	1,73	44,64	59,85	39,28
C 25	145,00	109,00	36,00	1610,44	16,75	0,00	16,75	20	19	2%	40%	23%	42%	1,46	34,87	60,14	48,87
C 30	146,00	115,00	31,00	1356,16	16,91	0,00	16,91	17	16	2%	34%	19%	35%	1,17	29,76	60,42	54,16
C 35	146,00	118,00	27,00	1186,64	16,86	0,00	16,86	14	14	2%	30%	16%	31%	1,02	26,10	60,59	57,82
C 40	146,00	122,00	23,00	1017,12	16,96	0,00	16,96	13	12	1%	26%	14%	27%	0,87	22,58	60,73	61,34
C 45	146,00	124,00	22,00	932,36	16,98	0,00	16,98	11	11	1%	24%	13%	25%	0,80	20,71	60,80	63,21
C 50	146,00	126,00	20,00	847,60	16,95	0,00	16,95	10	10	1%	22%	12%	22%	0,74	18,76	60,86	65,16
C 55	146,00	128,00	18,00	762,84	17,17	0,00	17,17	9	9	1%	20%	11%	20%	0,67	17,14	60,93	66,78
C 60	146,00	130,00	16,00	678,08	17,32	0,00	17,32	9	8	1%	18%	10%	18%	0,59	15,40	61,01	68,52

Izvor: autorica

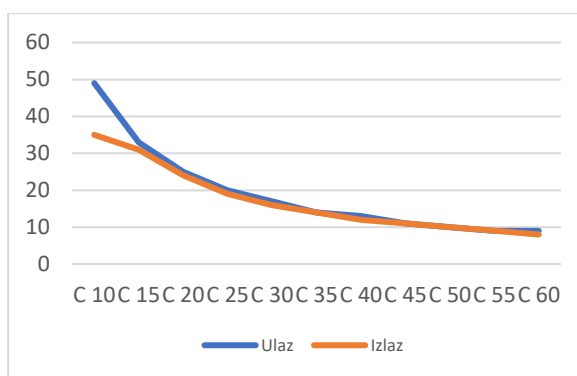
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „muskuloskelet“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se od 10 do 60 minuta, uz angažman jednog radiološkog tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi ostaju gotovo neizmijenjeni kroz različite vremenske rasporede te se kreću između 145,00 i 146,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa povećava se s produljenjem trajanja pretraga, od 70,00 do 130,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 75,00 na 16,00 eura. Produljenje vremena između narudžbi dovodi do smanjenja učinkovitosti i iskorištenosti kapaciteta, osobito kod

administratora i radioloških tehnologa. Prihod se s duljim narudžbama smanjuje s 2.966,60 eura na 678,08 eura, što ukazuje na nižu učinkovitost sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje izrazite varijacije – dulje je kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe minimalno. Vrijeme obrade se s produljenjem trajanja narudžbi postupno produžuje, ali prosječno ostaje razmjerno stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz sustava: broj ulazaka opada s 49 na 9, a broj izlazaka s 35 na 8, što potvrđuje da dulje narudžbe smanjuju kapacitet sustava. Uočen je i pad iskorištenosti resursa – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) smanjuje se s 86% na 18%, a CT uređaja s 83% na 18%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

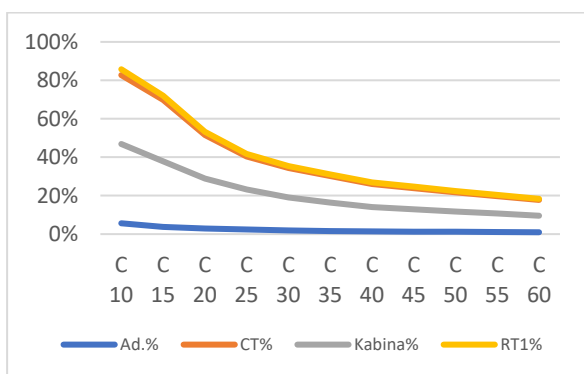
Na grafikonima 121 do 126 grafički su prikazani navedeni rezultati.



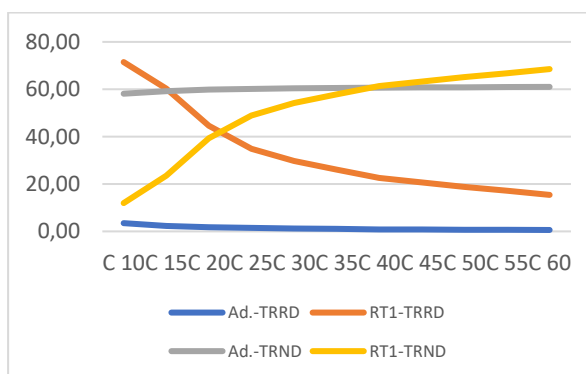
Grafikon 121. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



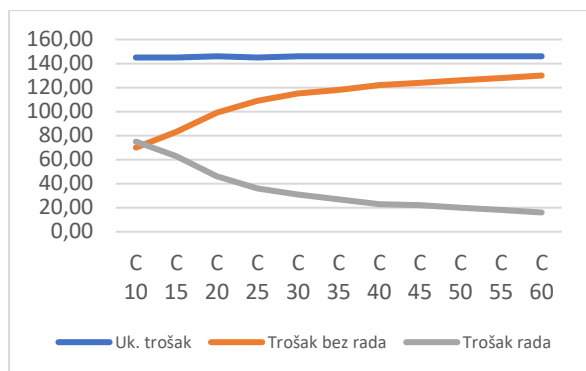
Grafikon 122. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



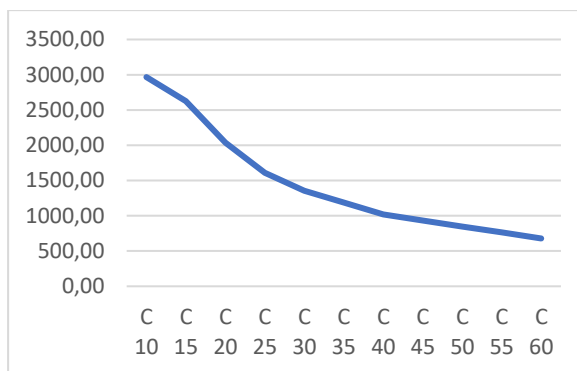
Grafikon 123. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 124. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 125. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 126. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „muskuloskelet“ počinje se smanjivati na točki C10 i potpuno nestaje na točki C25. Na točki C15 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se na točki C20, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki C10. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C10.

Nakon ovoga, napravljen je sličan simulacijski eksperiment koji je uključivao istu kategoriju pretrage, ali s uključena 2 radiološka tehnologa. Rezultati su prikazani su tablici 45.

Tablica 45. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa

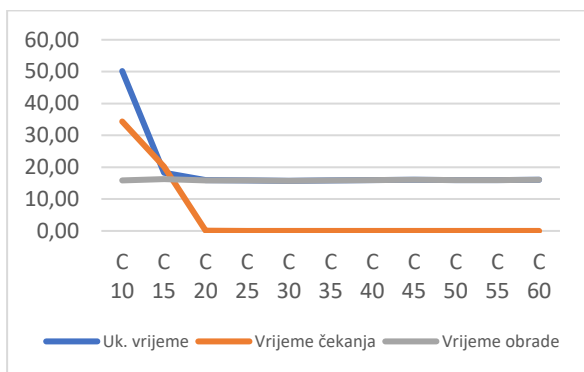
CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad. %	CT%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
C10	224,00	81,00	142,00	3475,16	50,17	34,35	15,82	49	41	6%	82%	52%	85%	82%	3,26	70,78	68,19	53,30	12,75	15,35
C15	224,00	114,00	110,00	2712,32	18,29	20,20	16,27	33	32	4%	63%	39%	66%	63%	2,10	54,86	53,01	54,46	28,86	30,70
C20	224,00	143,00	81,00	2034,24	15,93	0,04	15,89	25	24	3%	46%	29%	48%	46%	1,60	40,33	38,98	54,86	43,59	44,94
C25	224,00	160,00	64,00	1610,44	15,85	0,00	15,85	20	19	2%	37%	23%	38%	37%	1,34	31,88	30,74	55,22	51,85	52,99
C30	224,00	171,00	54,00	1356,16	15,72	0,00	15,72	17	16	2%	31%	19%	32%	31%	1,05	26,73	25,82	55,51	57,19	58,10
C35	224,00	177,00	48,00	1186,64	15,89	0,00	15,89	14	14	2%	27%	16%	28%	27%	0,92	23,70	22,90	55,64	60,22	61,02
C40	224,00	184,00	41,00	1017,12	15,96	0,00	15,96	13	12	1%	24%	14%	24%	24%	0,78	20,39	19,24	55,78	63,53	64,20
C45	224,00	187,00	38,00	932,36	16,01	0,00	16,01	11	11	1%	22%	13%	22%	22%	0,71	18,75	18,14	55,85	65,17	65,78
C50	224,00	190,00	34,00	847,60	15,96	0,00	15,96	10	10	1%	20%	12%	20%	20%	0,65	17,00	16,45	55,91	66,92	67,47
C55	224,00	194,00	31,00	762,84	15,94	0,00	15,94	9	9	1%	18%	11%	18%	18%	0,58	15,23	14,74	55,98	68,69	69,18
C60	224,00	198,00	27,00	678,08	16,09	0,00	16,09	9	8	1%	16%	10%	16%	16%	0,51	13,67	13,22	56,05	70,25	70,70

Izvor: autorica

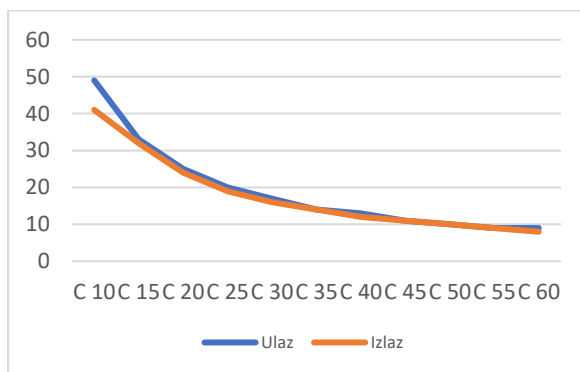
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „muskuloskelet“ tijekom jedne osmosatne radne smjene, pri čemu se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage nalazi se u rasponu od 10 do 60 minuta, uz angažman dva radiološka tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi ostaju razmjerno ujednačeni kroz sve analizirane rasporede te iznose 224,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa povećava se s produljenjem trajanja pretraga, od 81,00 do 198,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 142,00 na 27,00 eura. Povećanje vremena između narudžbi dovodi do

pada učinkovitosti i smanjenog stupnja iskorištenosti kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se pritom smanjuje s 3.475,16 eura na 678,08 eura, što ukazuje na nižu učinkovitost sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje izrazite oscilacije – znatno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s produljenjem trajanja narudžbi postupno povećava, ali u prosjeku ostaje relativno stabilno. Istodobno dolazi do smanjenja broja pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka opada s 49 na 9, a broj izlazaka s 41 na 8, što potvrđuje da dulje narudžbe reduciraju kapacitet sustava. Uočen je i pad iskorištenosti resursa – zauzetost RT1 pada s 85% na 16%, RT2 s 82% na 16%, a CT uređaja s 82% na 16%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

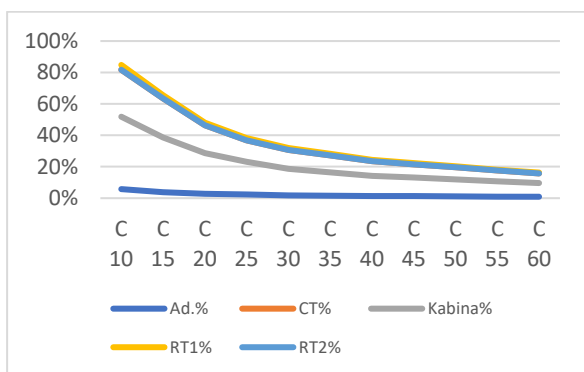
Na grafikonima 127 do 132 grafički su prikazani navedeni rezultati.



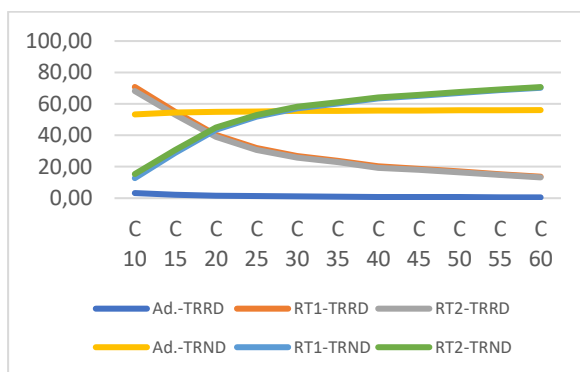
Grafikon 127. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



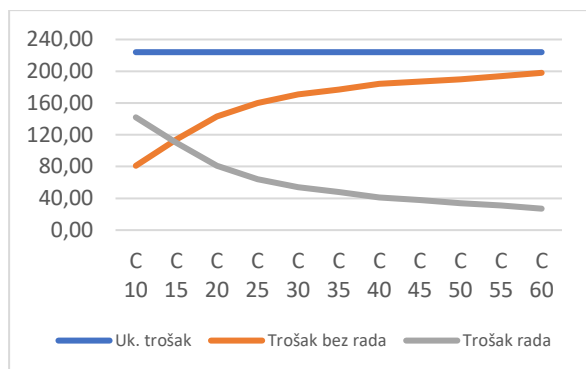
Grafikon 128. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



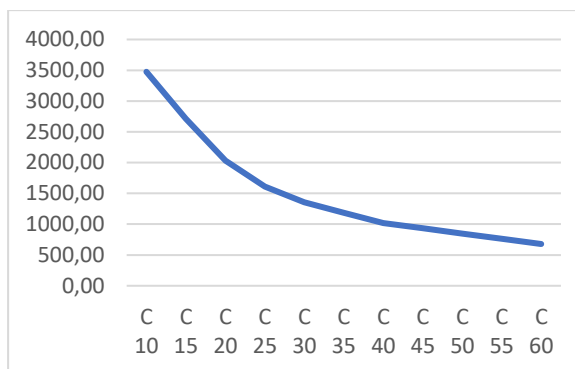
Grafikon 129. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 130. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 131. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 132. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „muskuloskelet“ počinje se smanjivati na točki C15 i potpuno nestaje na točki C25. Na točki C15 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 70%. Najbolja financijska iskoristivost radioloških tehnologa nalazi se na točki C20, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki C15. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C10.

Treći simulacijski eksperiment za kategoriju muskuloskelet uključivao je jednog radiološkog tehnologa i hitne pretrage. Rezultati su prikazani su tablici 46.

Tablica 46. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom i uključenim dolaskom hitnih pacijenata

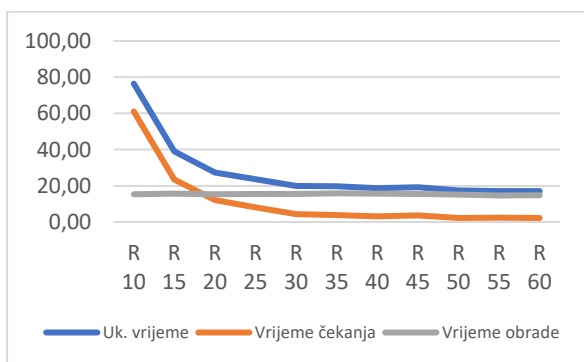
CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
R 10	145,00	67,00	78,00	2966,60	76,42	61,08	15,34	49	35	4%	88%	32%	91%	2,52	75,78	59,07	7,69
R 15	145,00	82,00	64,00	2627,56	39,09	23,50	15,59	36	31	3%	72%	26%	74%	1,75	62,03	59,84	21,68
R 20	145,00	101,00	45,00	1864,72	27,41	12,05	15,36	24	22	2%	51%	18%	52%	1,15	43,64	60,45	40,11
R 25	145,00	109,00	36,00	1525,68	23,63	8,09	15,54	19	18	2%	41%	16%	42%	1,03	35,27	60,57	48,59
R 30	145,00	118,00	28,00	1186,64	19,92	4,43	15,49	14	14	1%	31%	11%	32%	0,69	26,94	60,91	56,91
R 35	145,00	119,00	26,00	1101,88	19,75	3,90	15,85	14	13	1%	29%	12%	30%	0,70	25,21	60,90	58,42
R 40	145,00	122,00	24,00	1017,12	18,74	3,08	15,66	12	12	1%	27%	10%	28%	0,62	23,06	60,98	60,80
R 45	145,00	123,00	22,00	932,36	19,20	3,64	15,57	12	11	1%	25%	9%	26%	0,56	21,39	61,04	62,44
R 50	145,00	128,00	17,00	762,84	17,39	2,28	15,11	10	9	1%	19%	8%	20%	0,47	16,66	61,13	67,17
R 55	145,00	129,00	16,00	762,84	17,14	2,49	14,66	9	9	1%	18%	7%	19%	0,44	15,58	61,16	68,24
R 60	145,00	130,00	16,00	678,08	17,06	2,22	14,84	9	8	1%	18%	6%	19%	0,42	15,41	61,18	68,37

Izvor: autorica

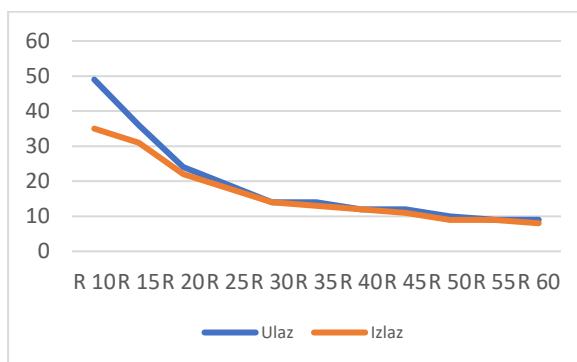
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „muskuloskelet“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju u razmacima od 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se između 10 i 60 minuta, uz angažman jednog radiološkog tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi pritom ostaju praktički nepromijenjeni unatoč različitim vremenskim rasporedima te iznose 145,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa raste s produljenjem trajanja pretraga, od 67,00 do 130,00 eura, dok se istovremeno

trošak radnog dijela smanjuje s 78,00 na 16,00 eura. Povećanje vremena između narudžbi dovodi do pada učinkovitosti i stupnja iskorištenosti kapaciteta, što je vidljivo ponajprije kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se s produljenjem narudžbi smanjuje s 2.966,60 eura na 678,08 eura, što ukazuje na nižu učinkovitost sustava kod duljih termina. Vrijeme čekanja pokazuje velika odstupanja – značajno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe minimalno. Vrijeme obrade se s povećanjem trajanja narudžbi postupno produžuje, ali na razini prosjeka ostaje razmjerno stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka opada s 49 na 9, a broj izlazaka s 35 na 8, što potvrđuje da dulje narudžbe reduciraju kapacitet sustava. Zabilježen je i pad iskorištenosti resursa – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) smanjuje se s 91% na 19%, a CT uređaja s 88% na 18%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

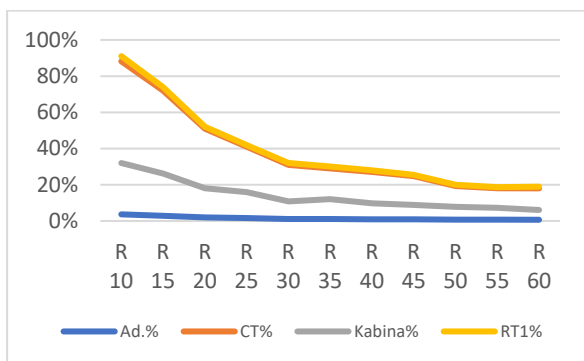
Na grafikonima 133 do 138 grafički su prikazani navedeni rezultati.



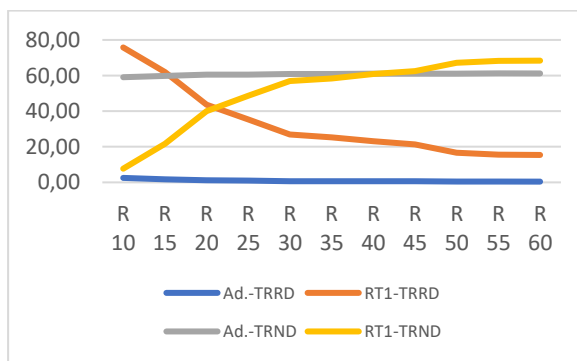
Grafikon 133. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



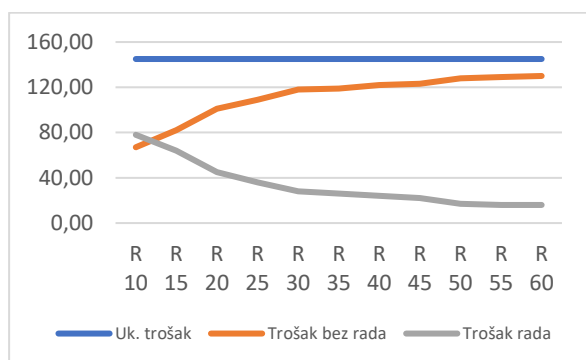
Grafikon 134. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



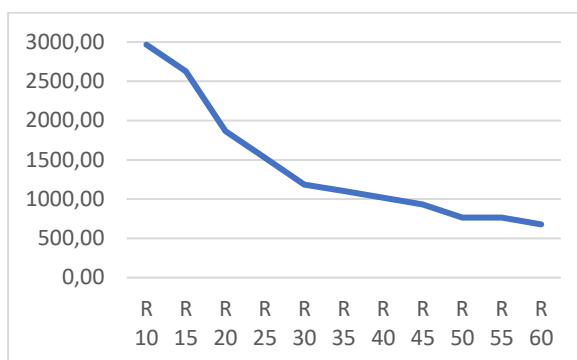
Grafikon 135. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 136. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 137. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 138. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „muskuloskelet“ počinje se smanjivati na točki R20 te se smanjuje tijekom vremena, ali diskretno ostaje čitavo vrijeme. Na točki R15 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 75%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se između točki R20 i R25, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točki R10 i R15. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki R10.

Zadnji simulacijski eksperiment za kategoriju muskuloskelet uključivao je 2 radiološka tehnologa i hitne pretrage. Rezultati su prikazani su tablici 47.

Tablica 47. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa i uključenim dolaskom hitnih pacijenata

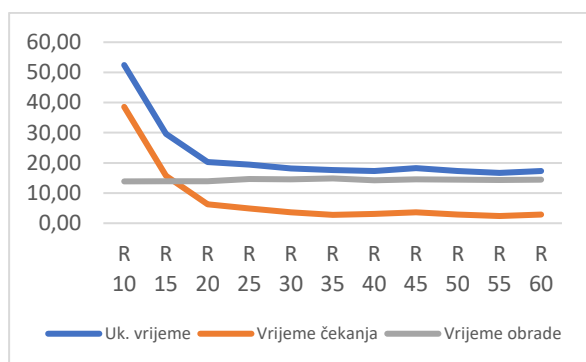
CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad. %	CT%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
R 10	229,00	81,00	147,00	3559,92	52,43	38,56	13,87	49	42	4%	85%	35%	88%	85%	2,42	73,72	71,20	59,18	9,89	12,42
R 15	229,00	120,00	109,00	2712,32	29,60	15,68	13,92	34	32	3%	63%	25%	66%	63%	1,68	54,78	52,88	59,92	28,92	30,82
R 20	229,00	157,00	72,00	1779,96	20,24	6,28	13,96	23	21	2%	42%	19%	43%	42%	1,20	36,28	34,97	60,40	47,43	48,75
R 25	229,00	164,00	65,00	1610,44	19,45	4,84	14,61	20	19	2%	38%	17%	39%	38%	1,09	32,64	31,50	60,51	51,13	52,28
R 30	229,00	177,00	53,00	1356,16	18,14	3,61	14,53	16	16	1%	30%	14%	32%	30%	0,86	26,46	25,57	60,74	57,48	58,34
R 35	229,00	187,00	42,00	1101,88	17,65	2,79	14,85	13	13	1%	24%	12%	25%	24%	0,74	21,06	20,31	60,86	62,67	63,42
R 40	229,00	193,00	36,00	932,36	17,27	3,04	14,23	12	11	1%	21%	11%	22%	21%	0,61	18,22	17,58	60,99	65,60	66,23
R 45	229,00	190,00	39,00	932,36	18,22	3,63	14,58	12	11	1%	23%	10%	23%	23%	0,56	19,62	18,95	61,04	64,25	64,91
R 50	229,00	192,00	37,00	932,36	17,31	2,86	14,45	11	11	1%	21%	9%	22%	21%	0,51	18,34	17,71	61,09	65,37	66,00
R 55	229,00	197,00	32,00	847,60	16,68	2,39	14,29	10	10	1%	19%	8%	19%	19%	0,46	16,14	15,59	61,14	67,75	68,31
R 60	229,00	198,00	31,00	762,84	17,34	2,89	14,46	9	9	1%	18%	7%	19%	18%	0,43	15,76	15,22	61,17	68,05	68,59

Izvor: autorica

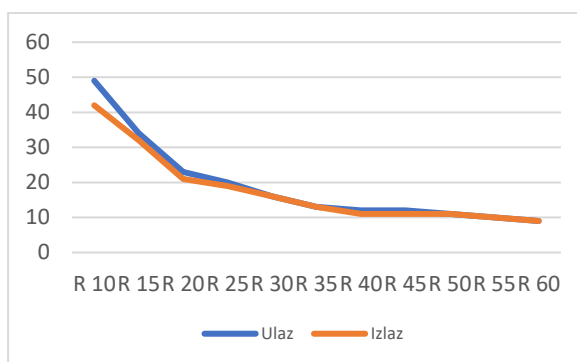
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „muskuloskelet“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju u razmacima od 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se između 10 i 60 minuta, uz sudjelovanje dva radiološka tehnologa u dijagnostici. Ukupni troškovi ostaju gotovo nepromijenjeni bez obzira

na promjene vremenskog rasporeda te iznose 229,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa porastom trajanja pretraga povećava se s 81,00 na 198,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 147,00 na 31,00 eura. Kako se vrijeme između narudžbi produljuje, dolazi do smanjenja učinkovitosti i razine iskorištenosti kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se pritom smanjuje s 3.559,92 eura na 762,84 eura, što upućuje na nižu učinkovitost sustava pri duljim narudžbama. Vrijeme čekanja pokazuje izražene oscilacije – znatno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je kod duljih gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade s produženjem trajanja narudžbi postupno raste, ali prosječno ostaje razmjerno stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji prolaze kroz sustav: broj ulazaka pada s 49 na 9, a broj izlaza s 42 na 9, što ukazuje na smanjenje efektivnog kapaciteta. Uočen je i pad iskorištenosti resursa – zauzetost RT1 opada s 88% na 19%, RT2 s 85% na 18%, a CT uređaja s 85% na 18%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenskim intervalima između pretraga.

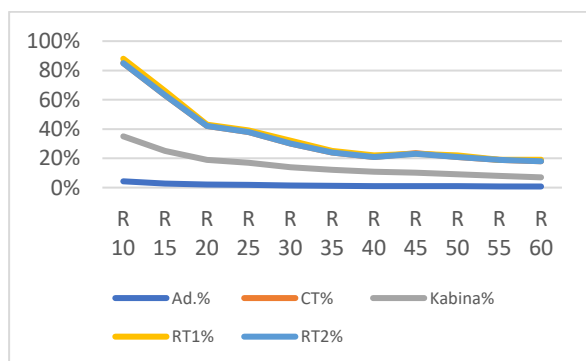
Na grafikonima 139 do 144 grafički su prikazani navedeni rezultati.



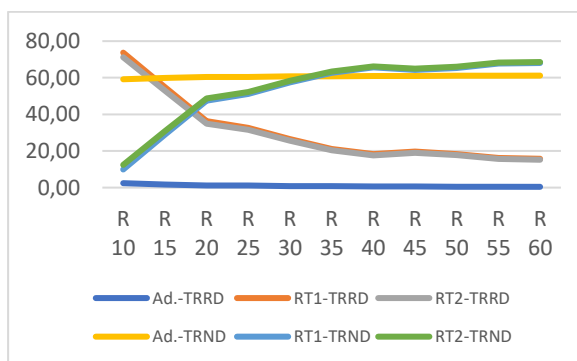
Grafikon 139. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 140. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

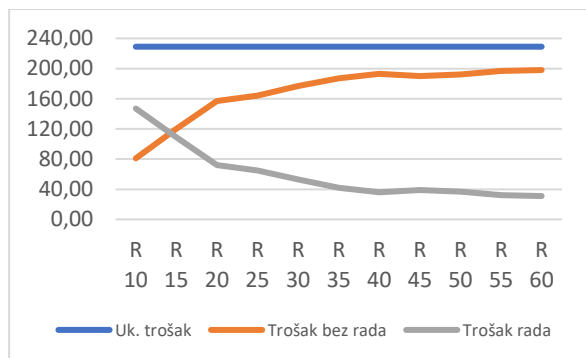


Grafikon 141. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući



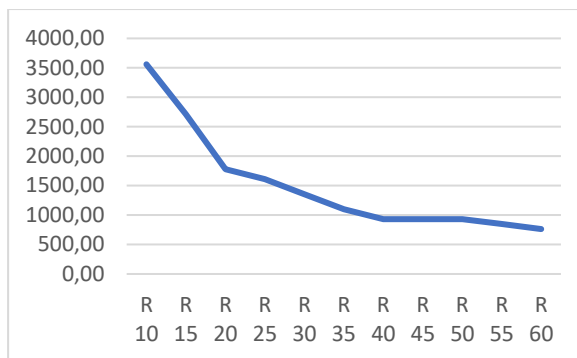
Grafikon 142. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih

dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 143. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 144. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „muskuloskelet“ počinje se smanjivati na točki R15 te se smanjuje tijekom vremena, ali diskretno ostaje čitavo vrijeme. Na točki R15 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 65%. Najbolja financijska iskoristivost radioloških tehnologa nalazi se između točki R15 i R20, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki R15. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki R10.

6.4.7. Simulacijski eksperiment – CT pretraga za kategoriju angiografija

Za kategoriju angiografija, simulacijski eksperimenti uključivali su različito vrijeme naručivanja pacijenata, i to na svakih 5 minuta, počevši od 10 pa sve do 60 minuta. Za ovu je kategoriju najprije napravljeno više simulacijskih eksperimenata s jednim radiološkim tehnologom za 8-satno radno vrijeme. Rezultati su prikazani u tablici 48.

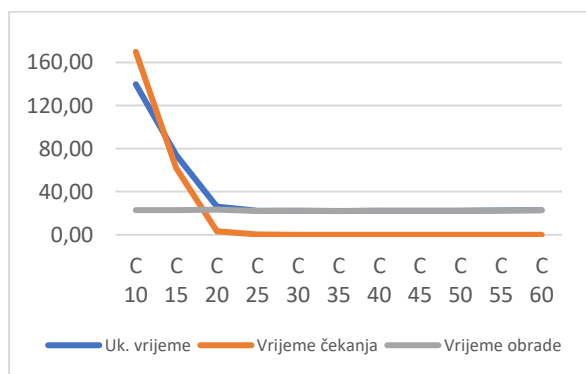
Tablica 48. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom

CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad. %	CT%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
C 10	145,00	60,00	85,00	1864,72	139,82	169,87	22,89	49	22	6%	94%	27%	97%	3,55	81,16	58,05	2,36
C 15	145,00	65,00	80,00	2034,24	74,12	61,92	22,93	33	24	4%	91%	25%	93%	2,33	77,90	59,27	5,54
C 20	145,00	70,00	75,00	2034,24	26,18	3,38	23,37	25	24	3%	86%	23%	88%	1,72	73,08	59,88	10,38
C 25	145,00	87,00	58,00	1610,44	22,17	0,19	22,06	20	19	2%	66%	18%	68%	1,44	56,51	60,16	27,13
C 30	146,00	96,00	49,00	1356,16	22,18	0,00	22,18	17	16	2%	56%	15%	57%	1,17	47,92	60,43	36,00
C 35	146,00	102,00	43,00	1186,64	22,11	0,00	22,11	14	14	2%	49%	13%	50%	1,05	42,03	60,59	41,89
C 40	146,00	108,00	37,00	1017,12	22,33	0,00	22,33	13	12	1%	42%	11%	43%	0,87	36,36	60,73	47,56
C 45	146,00	111,00	34,00	932,36	22,31	0,00	22,31	11	11	1%	39%	10%	40%	0,80	33,29	60,80	50,63
C 50	146,00	115,00	31,00	847,60	22,28	0,00	22,28	10	10	1%	35%	9%	36%	0,74	30,17	60,86	53,75
C 55	146,00	117,00	28,00	762,84	22,58	0,00	22,58	9	9	1%	32%	8%	33%	0,67	27,56	60,93	56,36
C 60	146,00	120,00	25,00	678,08	22,76	0,00	22,76	9	8	1%	29%	8%	29%	0,59	24,72	61,01	59,20

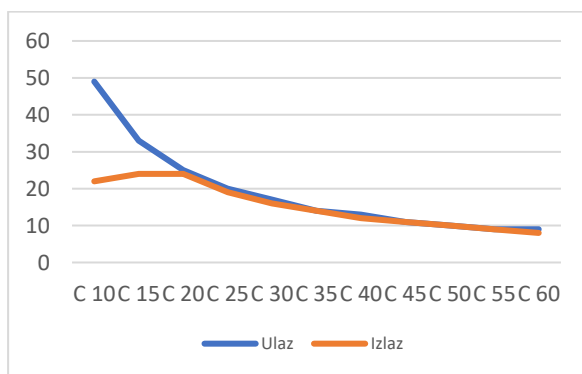
Izvor: autorica

Tablica prikazuje simulaciju prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „angiografija“ tijekom 8-satnog radnog vremena, gdje se pretrage naručuju svakih 5 minuta unutar raspona trajanja od 10 do 60 minuta, s jednim radiološkim tehnologom u dijagnostici. Ukupni troškovi su relativno stabilni pri različitim vremenskim rasporedima pretraga, dosežući između 145,00 do 146,00 eura kroz simulaciju. Troškovi bez rada rastu s duljim vremenima pretraga, od 60,00 do 120,00 eura, dok troškovi rada opadaju od 85,00 do 25,00 eura. Smanjenje učinkovitosti i zasićenosti kapaciteta resursa očituje se kod administratora i radioloških tehnologa kako se vrijeme narudžbe povećava. Prihod opada s produljenjem narudžbi od 2.034,24 eura na 678,08 eura, što upućuje na manju učinkovitost kod dužih narudžbi. Vrijeme čekanja jako varira, s dužim čekanjem za kraće narudžbe i minimalnim čekanjem za duže narudžbe. Vrijeme obrade postupno raste s duljim narudžbama, no ostaje prosječno konzistentno. Broj ulazaka i izlazaka pacijenata opada s povećanjem trajanja narudžbi, što pokazuje kako duže narudžbe smanjuju kapacitet, smanjujući broj ulazaka u proces s 49 na 9 te izlazaka pacijenata s 22 na 8. Zauzetost resursa opada s duljim narudžbama, što odražava manju iskorištenost opreme i prostora, pri čemu RT postotak opada od 97% do 29%, te CT s 94% na 29%.

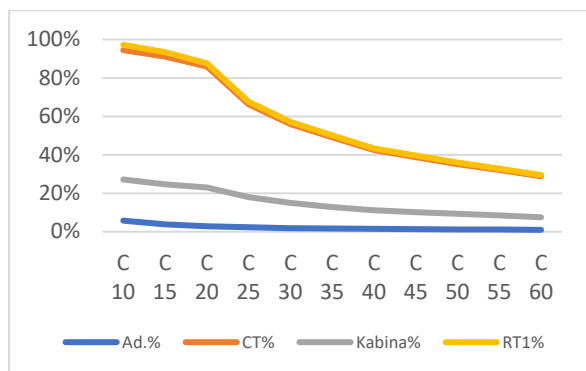
Na grafikonima 145 do 150 grafički su prikazani navedeni rezultati.



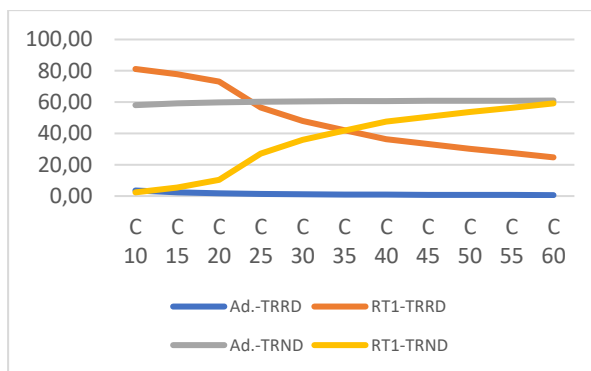
Grafikon 145. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



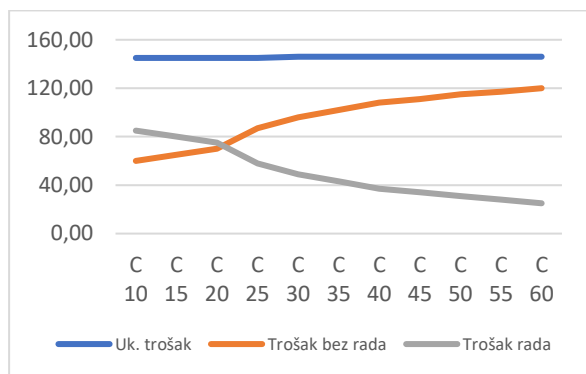
Grafikon 146. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



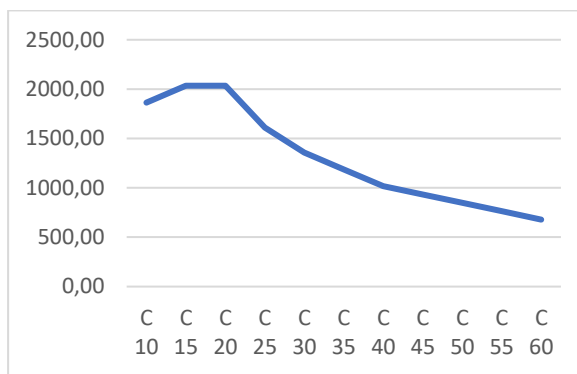
Grafikon 147. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 148. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 149. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 150. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „angiografija“ počinje se smanjivati na točki C15 i potpuno nestaje na točki C30. Na točki C20 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se na točki C35, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točaka C20 i C25. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C20.

Drugi eksperiment je napravljen kao predhodni u istoj kategoriji, ali s uključena 2 radiološka tehnologa. Rezultati su prikazani su tablici 49.

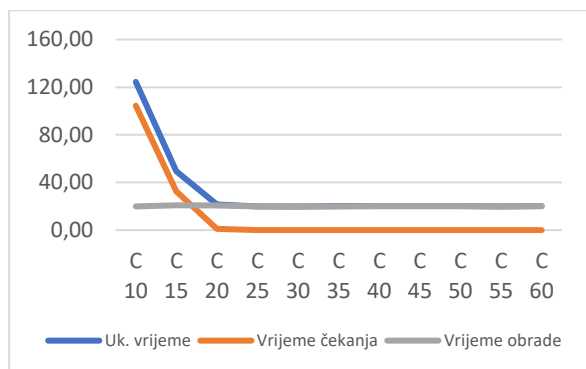
Tablica 49. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa

CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
C 10	229,00	68,00	160,00	2203,76	124,45	104,47	19,98	49	26	6%	92%	31%	95%	92%	3,49	79,63	77,10	58,11	3,83	6,35
C 15	229,00	77,00	151,00	2373,28	49,42	32,51	20,86	33	28	4%	88%	27%	90%	88%	2,26	75,49	73,60	59,34	7,98	9,87
C 20	229,00	102,00	127,00	2034,24	21,39	1,23	20,81	25	24	3%	74%	22%	76%	74%	1,75	63,17	61,70	59,85	20,47	21,93
C 25	229,00	130,00	99,00	1610,44	19,96	0,02	19,94	20	19	2%	58%	18%	59%	58%	1,46	49,48	48,22	60,14	34,13	35,39
C 30	229,00	146,00	83,00	1356,16	19,84	0,00	19,84	17	16	2%	48%	15%	50%	48%	1,14	41,58	40,58	60,46	42,34	43,34
C 35	229,00	156,00	74,00	1186,64	20,05	0,00	20,05	14	14	2%	43%	13%	44%	43%	1,01	36,83	35,95	60,59	47,09	47,97
C 40	229,00	166,00	63,00	1017,12	20,10	0,00	20,10	13	12	1%	37%	11%	38%	37%	0,85	31,62	30,89	60,75	52,30	53,03
C 45	229,00	171,00	58,00	932,36	20,14	0,00	20,14	11	11	1%	34%	10%	35%	34%	0,78	29,02	28,35	60,82	54,90	55,57
C 50	229,00	177,00	53,00	847,60	20,10	0,00	20,10	10	10	1%	31%	9%	31%	31%	0,71	26,35	25,74	60,89	57,57	58,18
C 55	229,00	182,00	47,00	762,84	20,02	0,00	20,02	9	9	1%	27%	8%	28%	27%	0,63	23,57	23,03	60,97	60,35	60,89
C 60	229,00	187,00	42,00	678,08	20,19	0,00	20,19	9	8	1%	25%	8%	25%	25%	0,56	21,19	20,62	61,04	62,80	63,30

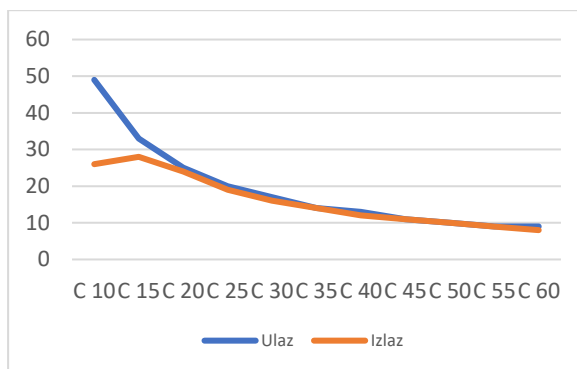
Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „angiografija“ tijekom jedne 8-satne radne smjene, pri čemu se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se od 10 do 60 minuta, uz sudjelovanje dva radiološka tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi pritom ostaju gotovo nepromijenjeni u svim promatranim varijantama te iznose 229,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa povećava se s produljenjem trajanja pretraga, od 68,00 do 187,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 160,00 na 42,00 eura. Kako se razmak između narudžbi produljuje, dolazi do smanjenja učinkovitosti i iskorištenosti kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod pada s 2.203,76 eura na 678,08 eura, što ukazuje na nižu učinkovitost sustava pri duljim narudžbama. Vrijeme čekanja pokazuje izražene oscilacije – značajno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je za dulje narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s produljenjem trajanja narudžbi postupno povećava, ali prosječno ostaje relativno stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka opada s 49 na 9, a broj izlazaka s 26 na 8, što potvrđuje da dulje narudžbe smanjuju kapacitet sustava. Pad se vidi i u iskorištenosti resursa – zauzetost RT1 opada s 95% na 25%, RT2 s 92% na 25%, a CT uređaja s 92% na 25%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenskim intervalima između pretraga.

Na grafikonima 151 do 156 grafički su prikazani navedeni rezultati.

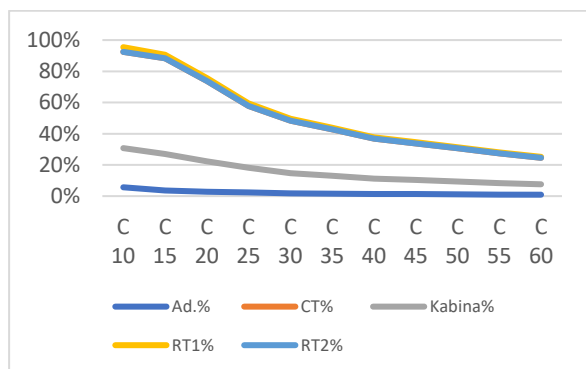


Grafikon 151. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za



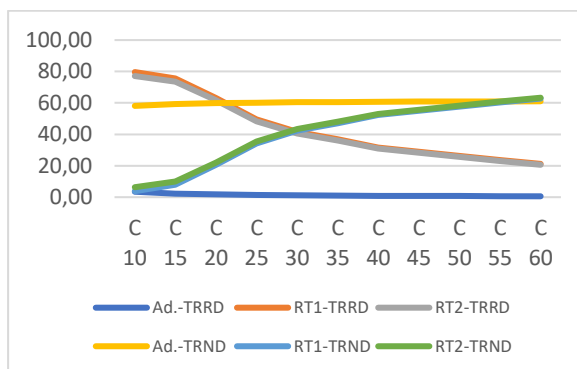
Grafikon 152. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz

pretragu CT i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

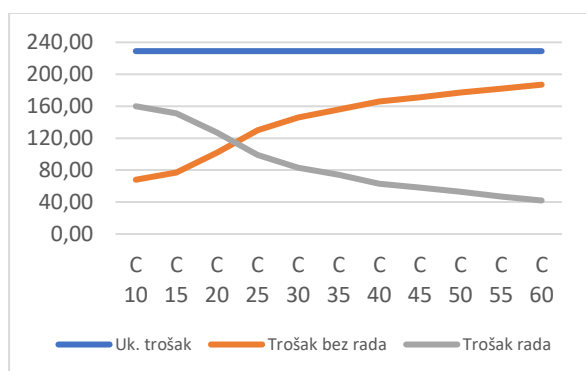


Grafikon 153. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

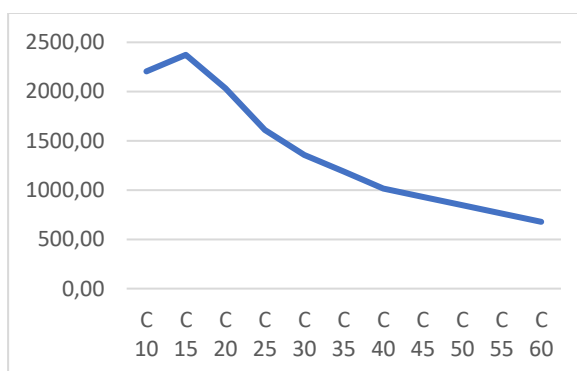
procesa za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 154. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 155. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 156. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „angiografija“ počinje se smanjivati na točki C15 i potpuno nestaje na točki C30. Na točki C20 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%. Najbolja financijska iskoristivost radioloških tehnologa nalazi se na točki C30, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točke C20 i C25. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je između točki C15 i C20.

Treći simulacijski eksperiment za kategoriju angiografija uključivao je jednog radiološkog tehnologa i hitne pretrage. Rezultati su prikazani su tablici 50.

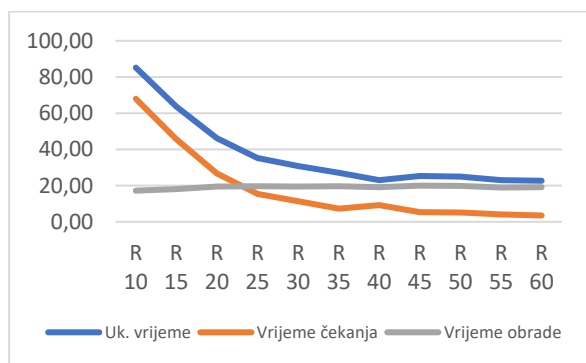
Tablica 50. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom i uključenim dolaskom hitnih pacijenata

CT	Uk. trošak	Trošak bez rad.	Trošak rada	Prilog od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
R 10	145,00	61,00	84,00	2542,80	85,20	67,98	17,22	50	30	4%	95%	18%	98%	2,55	81,30	59,05	2,02
R 15	145,00	69,00	76,00	2119,00	63,68	45,66	18,02	35	25	3%	87%	16%	90%	1,69	74,58	59,91	8,78
R 20	145,00	83,00	62,00	1779,96	46,22	26,73	19,49	23	21	2%	71%	15%	73%	1,13	60,77	60,47	22,84
R 25	145,00	94,00	52,00	1525,68	35,15	15,50	19,65	20	18	2%	59%	13%	61%	1,04	50,48	60,56	32,97
R 30	145,00	106,00	40,00	1186,64	30,84	11,29	19,55	15	14	1%	46%	9%	47%	0,72	38,96	60,88	44,76
R 35	145,00	111,00	35,00	1017,12	27,03	7,27	19,75	14	12	1%	40%	9%	41%	0,66	34,09	60,94	49,60
R 40	145,00	116,00	29,00	932,36	23,06	9,32	19,14	12	11	1%	33%	7%	34%	0,57	28,39	61,03	55,43
R 45	145,00	118,00	28,00	847,60	25,29	5,30	19,99	10	10	1%	32%	7%	32%	0,52	27,11	61,08	56,67
R 50	145,00	119,00	26,00	847,60	25,02	5,24	19,78	10	10	1%	30%	7%	31%	0,49	25,57	61,11	58,19
R 55	145,00	123,00	22,00	678,08	23,00	4,09	18,91	9	8	1%	26%	5%	26%	0,42	21,77	61,18	61,99
R 60	145,00	126,00	19,00	593,32	22,68	3,50	19,18	8	7	1%	22%	5%	23%	0,38	18,93	61,22	64,95

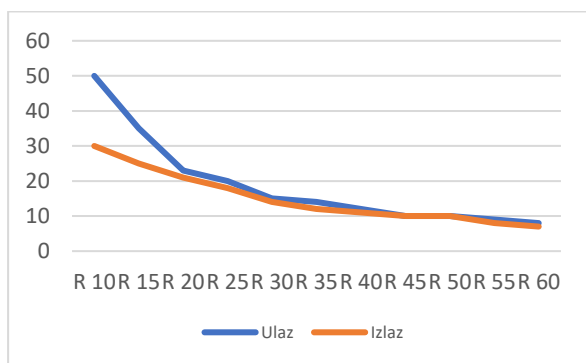
Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „angiografija“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage nalazi se u rasponu od 10 do 60 minuta, uz sudjelovanje jednog radiološkog tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi u svim promatranim vremenskim varijantama ostaju gotovo nepromijenjeni te iznose 145,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa pritom raste s produljenjem trajanja pretraga, od 61,00 do 126,00 eura, dok se trošak radnog dijela smanjuje s 84,00 na 19,00 eura. Povećanje vremena između narudžbi dovodi do smanjene učinkovitosti i manjeg stupnja iskorištenosti kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Istodobno, prihod se s produljenjem narudžbi smanjuje s 2.542,80 eura na 593,32 eura, što ukazuje na pad učinkovitosti sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje velika odstupanja – dulje je kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe minimalno. Vrijeme obrade s porastom trajanja narudžbi postupno raste, ali prosječno ostaje razmjerno stabilno. Uz to se bilježi i pad broja pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka opada s 50 na 8, a broj izlazaka s 30 na 7, što potvrđuje da dulje narudžbe smanjuju kapacitet sustava. Iskorištenost resursa također se smanjuje – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) pada s 98% na 23%, a CT uređaja s 95% na 22%, što odražava slabiju uporabu opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima.

Na grafikonima 157 do 162 grafički su prikazani navedeni rezultati.

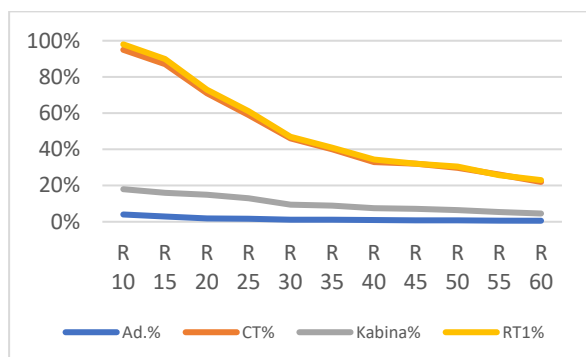


Grafikon 157. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za



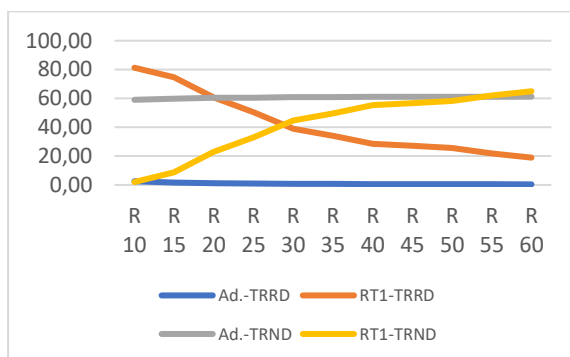
Grafikon 158. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz

pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

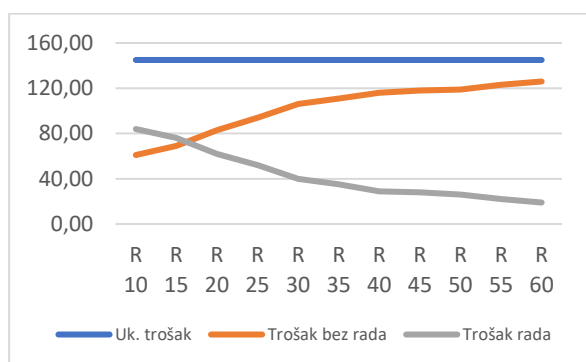


Grafikon 159. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

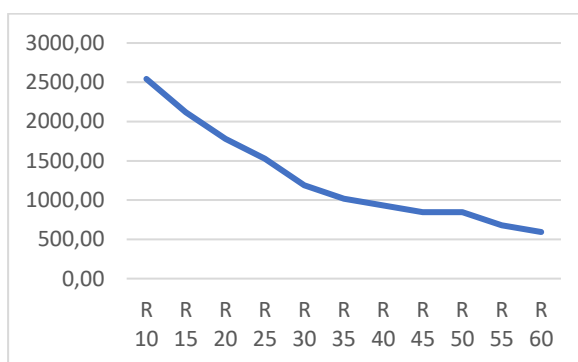
procesa za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 160. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 161. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 162. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „angiografija“ počinje se smanjivati na točki R25 te se smanjuje tijekom vremena, ali diskretno ostaje čitavo vrijeme. Na točki R20 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 75%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se između točki R25 i R30, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točki R15 i R20. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki R10.

Zadnji simulacijski eksperiment za kategoriju angiografija uključivao je 2 radiološka tehnologa i hitne pretrage. Rezultati su prikazani su tablici 51.

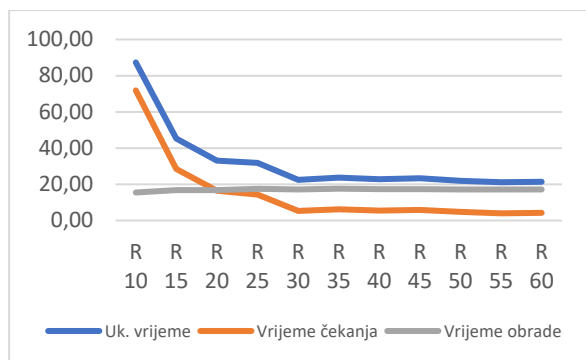
Tablica 51. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa i uključenim dolaskom hitnih pacijenata

CT	Uk. trošak	trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
R 10	228,00	65,00	163,00	2797,08	87,32	71,85	15,47	54	33	4%	95%	21%	98%	95%	2,58	81,42	78,63	59,02	1,80	4,59
R 15	228,00	96,00	133,00	2288,52	45,33	28,52	16,81	33	27	3%	78%	18%	80%	78%	1,64	66,44	64,53	59,96	16,95	18,87
R 20	229,00	121,00	108,00	1949,48	33,14	16,41	16,73	24	23	2%	63%	14%	65%	63%	1,12	54,14	52,68	60,48	29,55	31,01
R 25	229,00	132,00	98,00	1779,96	31,74	14,28	17,47	22	21	2%	57%	14%	58%	57%	1,10	48,88	47,60	60,50	34,88	36,16
R 30	229,00	155,00	74,00	1356,16	22,46	5,32	17,15	16	16	1%	43%	11%	44%	43%	0,85	37,06	36,09	60,75	46,60	47,58
R 35	229,00	170,00	59,00	1017,12	23,71	6,13	17,58	13	12	1%	34%	9%	35%	34%	0,69	39,47	28,69	60,91	54,27	55,05
R 40	229,00	175,00	54,00	1017,12	22,75	5,49	17,26	12	12	1%	32%	8%	32%	32%	0,58	27,03	26,32	61,02	56,69	57,40
R 45	229,00	176,00	54,00	932,36	23,29	5,88	17,41	12	11	1%	31%	7%	32%	31%	0,59	26,89	26,19	61,01	56,90	57,60
R 50	229,00	183,00	46,00	847,60	21,91	4,73	17,17	10	10	1%	27%	6%	28%	27%	0,53	23,06	22,44	61,07	60,73	61,34
R 55	229,00	195,00	34,00	678,08	21,15	3,96	17,20	8	8	1%	20%	6%	20%	20%	0,38	17,04	16,60	61,22	66,88	67,32
R 60	229,00	192,00	37,00	678,08	21,43	4,26	17,17	9	8	1%	22%	6%	22%	22%	0,42	18,58	18,07	61,18	65,18	65,70

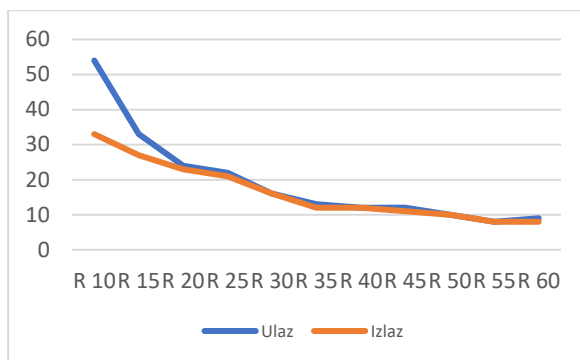
Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za kategoriju „angiografija“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage nalazi se u rasponu od 10 do 60 minuta, uz sudjelovanje dva radiološka tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi pritom ostaju razmjerno ujednačeni kroz sve promatrane scenarije te se kreću između 228,00 i 229,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa raste s produljenjem trajanja pretraga, od 65,00 do 192,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 163,00 na 37,00 eura. Kako se povećava razmak između narudžbi, dolazi do pada učinkovitosti i stupnja iskorištenosti kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se s produljenjem narudžbi smanjuje s 2.797,08 eura na 678,08 eura, što ukazuje na nižu operativnu učinkovitost pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje znatne oscilacije – duže je kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe minimalno. Vrijeme obrade se s produljenjem trajanja narudžbi postupno povećava, ali prosječno ostaje relativno stabilno. Povećanje trajanja narudžbi dovodi i do smanjenja broja pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka opada s 54 na 9, a broj izlazaka s 33 na 8, što potvrđuje da dulje narudžbe reduciraju kapacitet sustava. Istodobno dolazi do pada iskorištenosti resursa – zauzetost RT1 se smanjuje s 98% na 22%, RT2 s 95% na 22%, a CT uređaja s 95% na 22%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

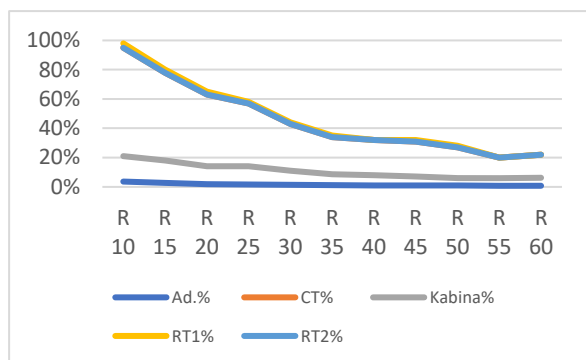
Na grafikonima 163 do 168 grafički su prikazani navedeni rezultati.



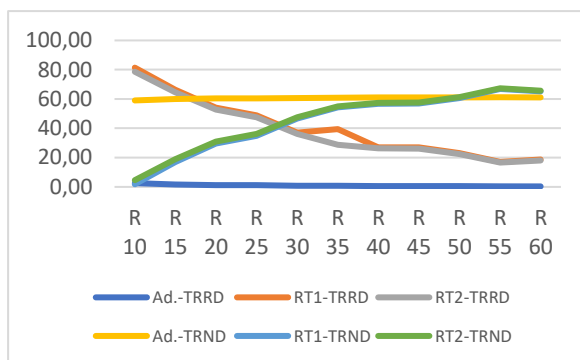
Grafikon 163. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



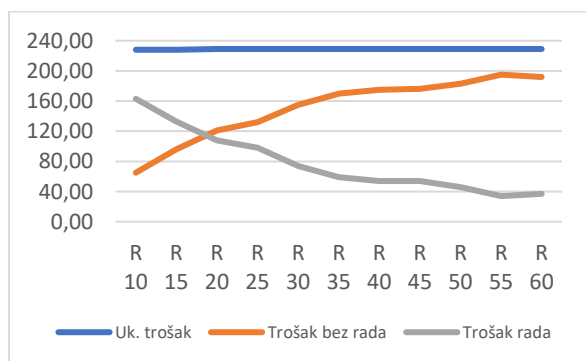
Grafikon 164. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



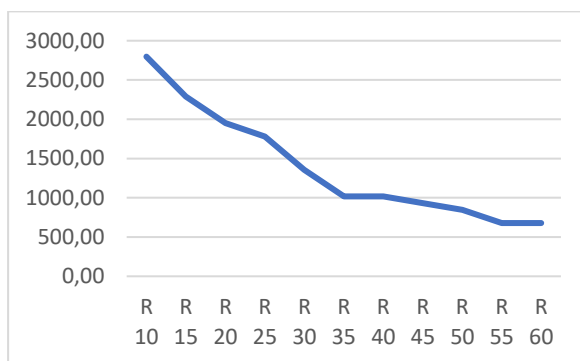
Grafikon 165. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 166. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 167. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 168. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „angiografija“ počinje se smanjivati na točki R20 te se smanjuje tijekom vremena, ali diskretno ostaje čitavo vrijeme. Na točki R20 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 65%. Najbolja financijska iskoristivost radioloških tehnologa nalazi se između točki R25 i R30, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točke R15 i R20. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki R10 i R15.

6.4.8. Simulacijski eksperiment – CT pretraga za kategoriju sve pretrage

Kod kategorije sve pretrage, simulacijski eksperimenti uključivali su također različito vrijeme naručivanja pacijenata, na svakih 5 minuta, počevši od 10 pa sve do 60 minuta. Za ovu je kategoriju najprije napravljeno više simulacijskih eksperimenata s jednim radiološkim tehnologom za 8-satno radno vrijeme. Rezultati su prikazani u tablici 52.

Tablica 52. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i sve kategorije, s 1 radiološkim tehnologom

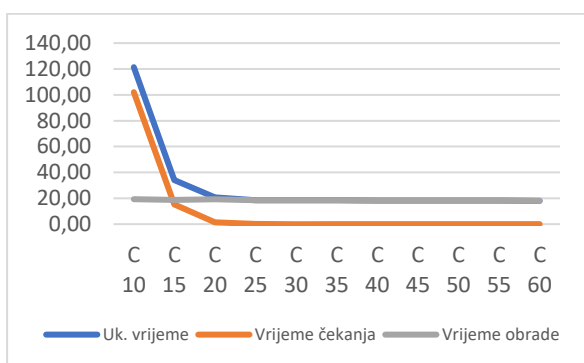
CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
C 10	145,00	62,00	83,00	2288,52	121,37	102,07	19,30	49	27	6%	92%	30%	96%	3,51	79,51	58,09	3,78
C 15	145,00	69,00	76,00	2542,80	34,08	15,35	18,72	33	30	4%	86%	27%	88%	2,27	73,77	59,33	9,75
C 20	145,00	84,00	62,00	2034,24	20,63	1,40	19,22	25	24	3%	70%	21%	72%	1,76	59,94	59,84	23,69
C 25	145,00	98,00	47,00	1610,44	18,59	0,12	18,47	20	19	2%	54%	17%	55%	1,43	46,00	60,17	37,62
C 30	146,00	106,00	40,00	1356,16	18,48	0,02	18,46	17	16	2%	45%	14%	46%	1,13	38,48	60,47	45,44
C 35	146,00	111,00	35,00	1186,64	18,53	0,00	18,53	14	14	2%	39%	12%	41%	0,99	34,00	60,61	49,92
C 40	146,00	116,00	30,00	1017,12	18,25	0,00	18,25	13	12	1%	33%	10%	34%	0,86	28,67	60,74	55,25
C 45	146,00	118,00	27,00	932,36	18,34	0,00	18,34	11	11	1%	31%	9%	31%	0,79	26,40	60,81	57,52
C 50	146,00	121,00	25,00	847,60	18,25	0,00	18,25	10	10	1%	28%	8%	28%	0,74	23,91	60,86	60,01
C 55	146,00	123,00	22,00	762,84	18,26	0,00	18,26	9	9	1%	25%	8%	26%	0,67	21,53	60,93	62,39
C 60	146,00	126,00	20,00	678,08	18,02	0,00	18,02	9	8	1%	22%	6%	23%	0,59	18,96	61,01	64,96

Izvor: autorica

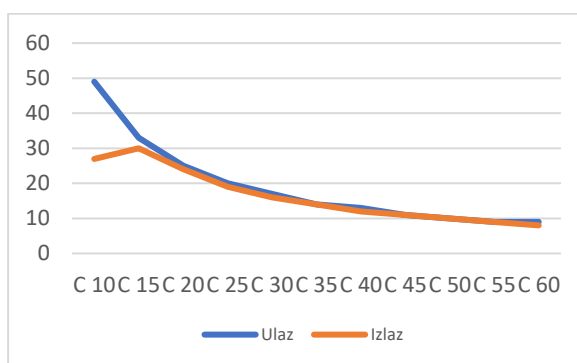
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda CT pretraga za „sve kategorije CT pretraga“ tijekom jedne osmosatne radne smjene, pri čemu se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se između 10 i 60 minuta, uz angažman jednog radiološkog tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi ostaju gotovo nepromijenjeni unatoč promjenama vremenskog rasporeda te se u simulaciji kreću između 145,00 i 146,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa povećava se s produljenjem trajanja pretraga, od 62,00 do 126,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 83,00 na 20,00 eura. Kako se vrijeme između narudžbi produljuje, dolazi do pada učinkovitosti i smanjenja stupnja iskorištenosti kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se pritom smanjuje s 2.288,52 eura na 678,08 eura, što upućuje na nižu učinkovitost sustava pri

duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje izražene oscilacije – znatno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe minimalno. Vrijeme obrade se s povećanjem trajanja narudžbi postupno produžuje, ali na razini prosjeka ostaje razmjerno stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka opada s 49 na 9, a broj izlazaka s 27 na 8, što potvrđuje da dulje narudžbe reduciraju kapacitet sustava. Uočen je i pad iskorištenosti resursa – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) smanjuje se s 96% na 23%, a CT uređaja s 92% na 22%, što odražava slabiju uporabu opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

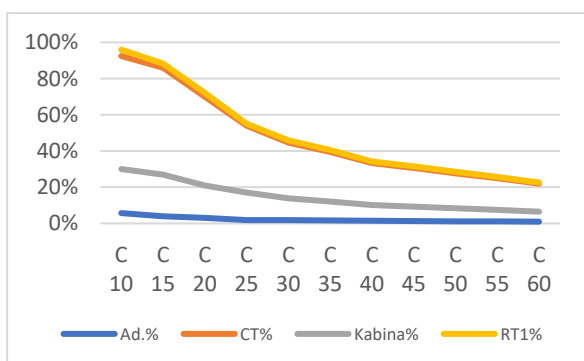
Na grafikonima 169 do 174 grafički su prikazani navedeni rezultati.



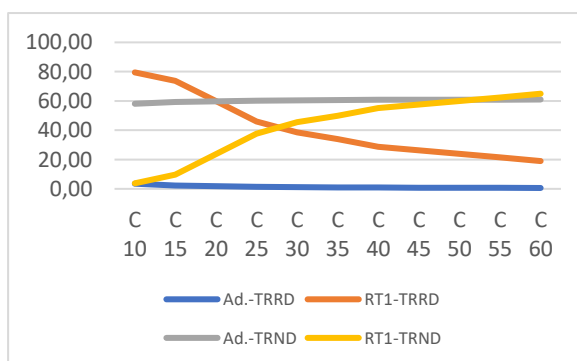
Grafikon 169. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



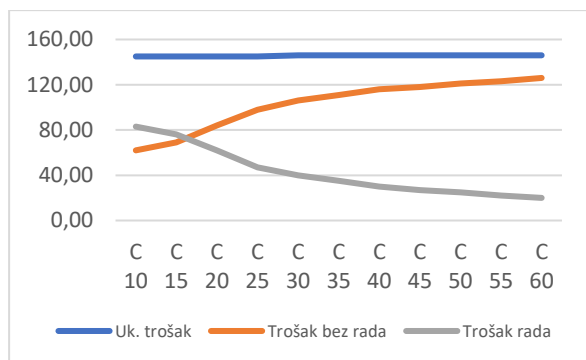
Grafikon 170. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



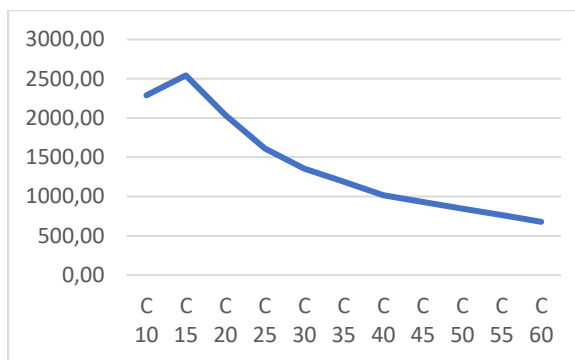
Grafikon 171. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 172. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 173. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 174. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u „sve kategorije CT pretraga“ počinje se smanjivati na točki C15 i potpuno nestaje na točki C35. Na točki C20 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se na točki C30, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točaka C15 i C20. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C15.

Nakon ovoga, napravljen je sličan simulacijski eksperiment koji je uključivao istu kategoriju pretrage, ali s uključenom 2 radiološka tehnologa. Rezultati su prikazani su tablici 53.

Tablica 53. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i sve kategorije, s 2 radiološka tehnologa

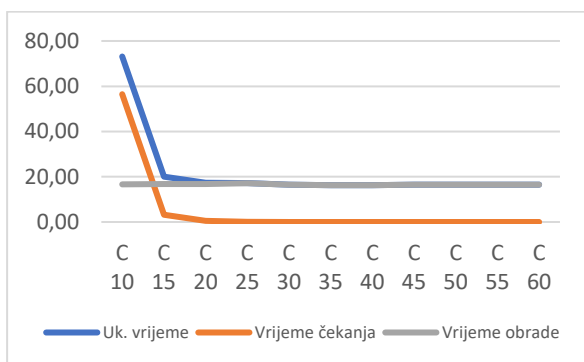
CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
C 10	229,00	66,00	160,00	3051,36	73,14	56,48	16,66	50	36	6%	94%	34%	97%	94%	3,49	80,85	78,07	58,11	2,65	5,42
C 15	229,00	95,00	134,00	2712,32	19,98	3,26	16,72	33	32	4%	78%	27%	80%	78%	2,36	66,86	64,89	59,24	16,75	18,72
C 20	229,00	126,00	103,00	2034,24	17,37	0,53	16,84	25	24	3%	60%	21%	61%	60%	1,75	51,24	49,71	59,85	32,56	34,08
C 25	229,00	147,00	82,00	1610,44	17,20	0,06	17,13	20	19	2%	47%	17%	49%	47%	1,45	40,67	39,39	60,15	43,00	44,28
C 30	229,00	162,00	67,00	1356,16	16,47	0,00	16,47	17	16	2%	39%	13%	40%	39%	1,14	33,42	32,41	60,46	50,50	51,51
C 35	229,00	171,00	58,00	1186,64	16,28	0,00	16,28	14	14	2%	33%	11%	35%	33%	1,04	28,98	28,09	60,60	54,94	55,83
C 40	229,00	180,00	50,00	1017,12	16,28	0,00	16,28	13	12	1%	29%	10%	30%	29%	0,85	24,83	24,09	60,74	59,09	59,83
C 45	229,00	183,00	46,00	932,36	16,43	0,00	16,43	11	11	1%	27%	9%	27%	27%	0,78	22,98	22,30	60,82	60,94	61,62
C 50	229,00	187,00	42,00	847,60	16,56	0,00	16,56	10	10	1%	24%	8%	25%	24%	0,71	21,10	20,48	60,89	62,82	63,44
C 55	229,00	192,00	38,00	762,84	16,45	0,00	16,45	9	9	1%	22%	7%	23%	22%	0,64	18,89	18,33	60,96	65,03	65,59
C 60	229,00	196,00	34,00	678,08	16,50	0,00	16,50	9	8	1%	20%	6%	20%	20%	0,56	16,89	16,38	61,04	67,03	67,54

Izvor: autorica

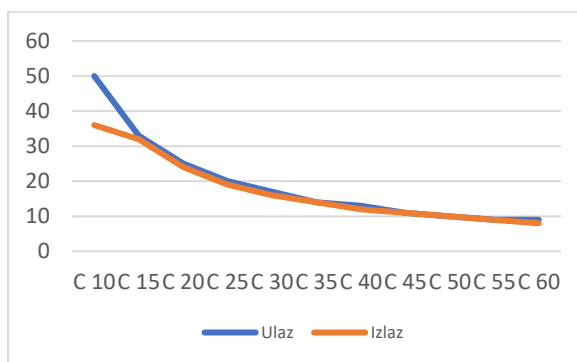
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda za „sve kategorije CT pretraga“ tijekom jedne osmosatne smjene, u kojoj se pretrage naručuju u razmacima od 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se od 10 do 60 minuta, uz sudjelovanje dva radiološka tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi u svim promatranim varijantama vremenskog rasporeda ostaju gotovo nepromijenjeni te iznose 229,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa raste s produljenjem trajanja pretraga, od 66,00 do 196,00 eura, dok se trošak radnog dijela

istodobno smanjuje sa 160,00 na 34,00 eura. Povećanje vremena između narudžbi dovodi do pada učinkovitosti i nižeg stupnja iskorištenosti kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se s produljenjem narudžbi smanjuje s 3.051,36 eura na 678,08 eura, što upućuje na slabiju učinkovitost sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje velika odstupanja – znatno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade s porastom trajanja narudžbi postupno raste, ali na razini prosjeka ostaje razmjerno stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji prolaze kroz sustav: broj ulazaka pada s 50 na 9, a broj izlaza s 36 na 8, što potvrđuje da dulje narudžbe reduciraju kapacitet sustava. Uočen je i značajan pad iskorištenosti resursa – zauzetost RT1 opada s 97% na 20%, RT2 s 94% na 20%, a CT uređaja s 94% na 20%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

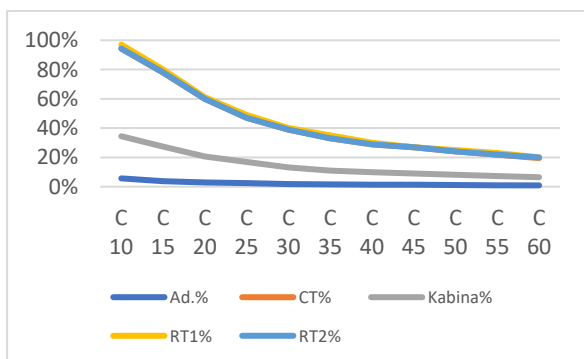
Na grafikonima 175 do 180 grafički su prikazani navedeni rezultati.



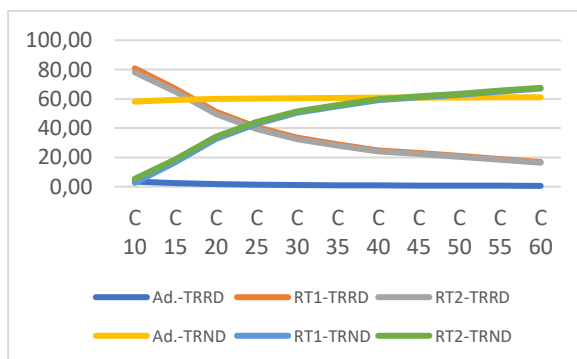
Grafikon 175. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



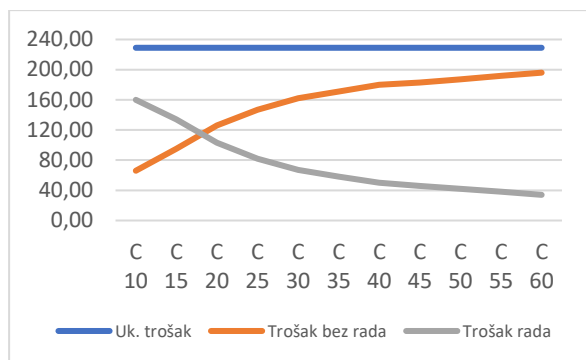
Grafikon 176. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



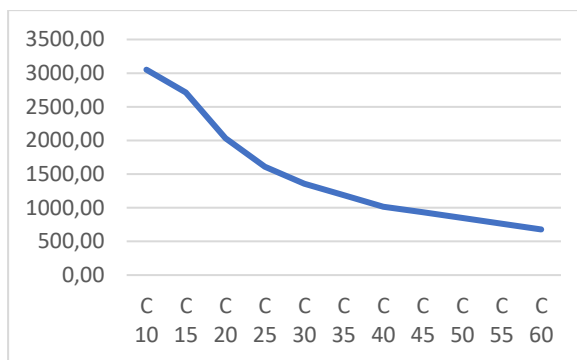
Grafikon 177. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 178. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 179. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 180. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata za „sve kategorije CT pretraga“ počinje se smanjivati na točki C15 i potpuno nestaje na točki C30. Na točki C15 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%. Najbolja financijska iskoristivost radioloških tehnologa nalazi se na točki C25, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točke C20 i C25. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je između točki C10 i C15.

Treći simulacijski eksperiment za kategoriju sve pretrage uključivao je jednog radiološkog tehnologa, ali i hitne pretrage. Rezultati su prikazani su tablici 54.

Tablica 54. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i sve kategorije, s 1 radiološkim tehnologom i uključenim dolaskom hitnih pacijenata

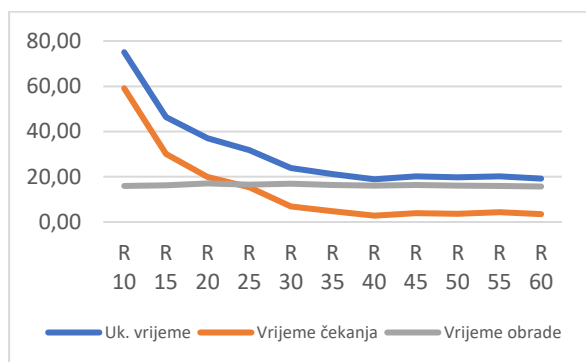
CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
R 10	145,00	63,00	81,00	2712,32	75,05	59,09	15,96	49	32	4%	92%	20%	95%	2,53	78,87	59,07	4,42
R 15	145,00	73,00	72,00	2458,04	46,30	30,05	16,25	35	29	3%	82%	17%	85%	1,64	70,77	59,96	12,81
R 20	145,00	87,00	58,00	2034,24	36,95	19,90	17,05	25	24	2%	67%	14%	69%	1,26	56,96	60,34	26,40
R 25	145,00	102,00	44,00	1525,68	31,83	15,39	16,44	19	18	2%	50%	11%	51%	0,94	42,65	60,66	41,04
R 30	145,00	113,00	33,00	1186,64	23,91	6,94	16,97	15	14	1%	37%	8%	38%	0,69	32,00	60,91	51,64
R 35	145,00	117,00	28,00	1017,12	21,10	4,70	16,41	13	12	1%	33%	7%	33%	0,59	27,85	61,01	55,86
R 40	145,00	123,00	23,00	847,60	18,88	2,81	16,07	11	10	1%	26%	6%	27%	0,54	22,13	61,06	61,48
R 45	145,00	123,00	22,00	847,60	20,23	3,92	16,30	10	10	1%	25%	6%	26%	0,49	21,67	61,11	62,20
R 50	145,00	124,00	21,00	847,60	19,72	3,67	16,05	10	10	1%	24%	6%	25%	0,51	20,51	61,09	63,34
R 55	145,00	126,00	20,00	762,84	20,16	4,29	15,87	9	9	1%	22%	5%	23%	0,45	19,23	61,15	64,49
R 60	145,00	128,00	17,00	678,08	19,12	3,43	15,69	8	8	1%	20%	5%	20%	0,39	17,07	61,21	66,78

Izvor: autorica

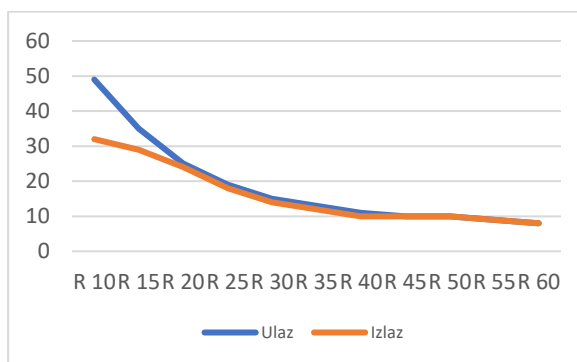
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda za „sve kategorije CT pretraga“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage nalazi se u rasponu od 10 do 60 minuta, uz angažman jednog radiološkog tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi pritom ostaju praktički nepromijenjeni bez obzira na raspored pretraga te iznose 145,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa povećava se s

produljenjem trajanja pretraga, od 63,00 do 128,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 81,00 na 17,00 eura. Povećanje intervala između narudžbi rezultira padom učinkovitosti i slabijom iskorištenošću kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Istodobno se prihod smanjuje s 2.712,32 eura na 678,08 eura, što ukazuje na nižu učinkovitost sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje velika odstupanja – znatno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade s produljenjem narudžbi postupno raste, ali na razini prosjeka ostaje relativno stabilno. Broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa također se smanjuje: ulaz se smanjuje s 49 na 8, a izlaz s 32 na 8, što potvrđuje da dulje narudžbe reduciraju kapacitet sustava. Usto dolazi i do pada iskorištenosti resursa – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) opada s 95% na 20%, a CT uređaja s 92% na 20%, što odražava slabiju uporabu opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

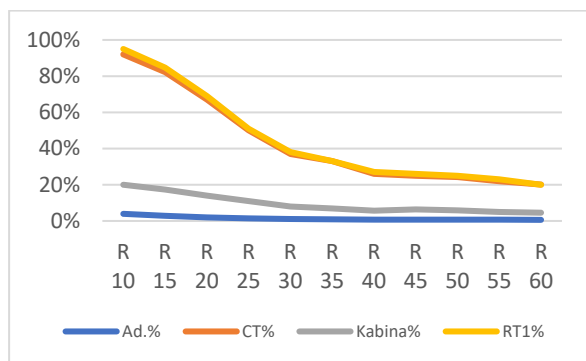
Na grafikonima 181 do 186 grafički su prikazani navedeni rezultati.



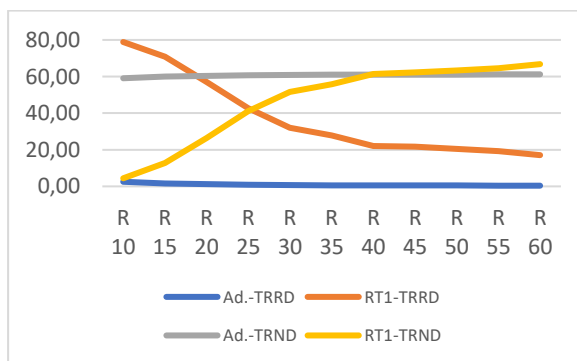
Grafikon 181. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 182. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

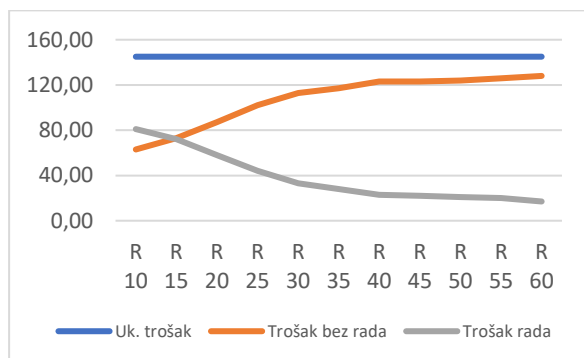


Grafikon 183. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

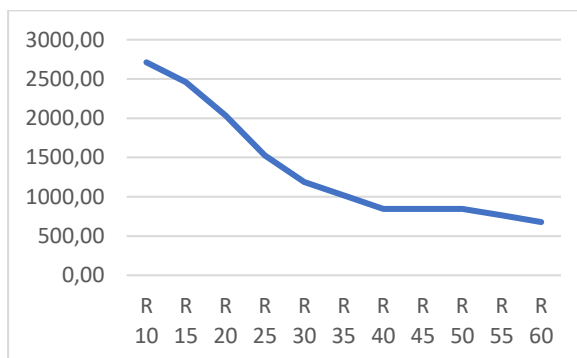


Grafikon 184. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom

Izvor: autorica



Grafikon 185. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 186. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata za „sve kategorije CT pretraga“ počinje se smanjivati na točki R25 te se smanjuje tijekom vremena, ali diskretno ostaje čitavo vrijeme. Na točki R20 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 75%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se na točki R25, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki R15. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki R10.

Zadnji simulacijski eksperiment za kategoriju sve pretrage uključivao je 2 radiološka tehnologa i hitne pretrage. Rezultati su prikazani su tablici 55.

Tablica 55. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i sve kategorije, s 2 radiološka tehnologa i uključenim dolaskom hitnih pacijenata

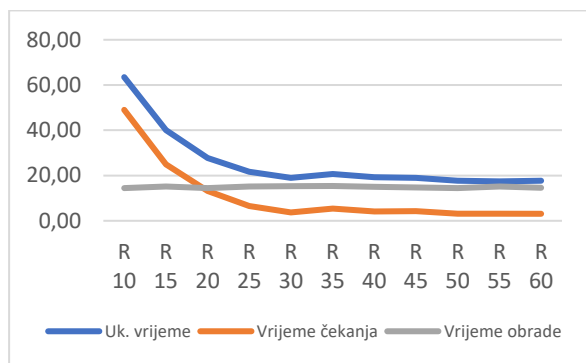
CT	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	CT%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
R 10	229,00	77,00	152,00	3220,88	63,48	49,03	14,45	50	38	4%	92%	22%	88%	91%	2,37	73,80	75,86	59,22	9,70	7,68
R 15	229,00	106,00	122,00	2627,56	40,00	24,86	15,14	33	31	3%	76%	19%	71%	74%	1,73	59,00	61,69	59,87	24,55	21,73
R 20	229,00	132,00	97,00	2203,76	27,71	13,23	14,48	27	26	2%	60%	15%	57%	58%	1,32	47,51	48,32	60,28	36,01	35,38
R 25	229,00	158,00	72,00	1610,44	21,67	6,54	15,13	20	19	2%	45%	12%	42%	43%	1,01	34,77	35,81	60,59	49,06	47,98
R 30	229,00	170,00	59,00	1271,40	19,04	3,76	15,28	16	15	1%	37%	9%	34%	36%	0,84	28,36	30,14	60,76	55,45	53,67
R 35	229,00	178,00	52,00	1101,88	20,72	5,34	15,38	14	13	1%	32%	9%	29%	32%	0,79	24,33	26,46	60,82	59,55	57,41
R 40	229,00	183,00	46,00	1101,88	19,19	4,13	15,06	12	13	1%	29%	8%	26%	28%	0,66	22,03	23,24	60,94	61,83	60,61
R 45	229,00	184,00	45,00	1017,12	19,01	4,21	14,80	12	12	1%	28%	7%	26%	27%	0,58	21,87	22,81	61,02	61,97	61,02
R 50	229,00	194,00	35,00	847,60	17,68	3,16	14,52	10	10	1%	22%	6%	21%	21%	0,48	17,15	17,34	61,12	66,76	66,57
R 55	229,00	195,00	34,00	762,84	17,42	3,14	15,19	9	9	1%	21%	5%	20%	20%	0,36	13,04	13,01	48,92	53,99	54,03
R 60	229,00	198,00	31,00	762,84	17,69	3,10	14,59	9	9	1%	19%	5%	18%	18%	0,42	15,49	15,41	61,18	68,42	68,51

Izvor: autorica

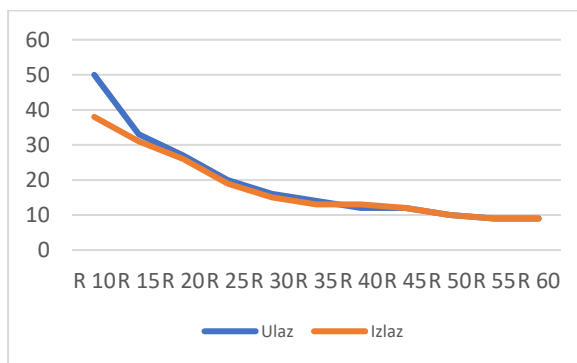
Tablica prikazuje simulaciju prosječnog ishoda CT pretraga za „sve kategorije CT pretraga“ tijekom 8-satnog radnog vremena, gdje se pretrage naručuju svakih 5 minuta unutar raspona trajanja od 10 do 60 minuta, s dva radiološka tehnologa u dijagnostici. Ukupni troškovi su relativno stabilni pri različitim vremenskim rasporedima pretraga, dosežući 229,00 eura kroz

simulaciju. Troškovi bez rada rastu s duljim vremenima pretraga, od 77,00 do 198,00 eura, dok troškovi rada opadaju od 152,00 do 31,00 eura. Smanjenje učinkovitosti i zasićenosti kapaciteta resursa očituje se kod administratora i radioloških tehnologa kako se vrijeme narudžbe povećava. Prihod opada s produljenjem narudžbi od 3.220,88 eura na 762,84 eura, što upućuje na manju učinkovitost kod dužih narudžbi. Vrijeme čekanja jako varira, s dužim čekanjem za kraće narudžbe i minimalnim čekanjem za duže narudžbe. Vrijeme obrade postupno raste s duljim narudžbama, no ostaje prosječno konzistentno. Broj ulazaka i izlazaka pacijenata opada s povećanjem trajanja narudžbi, što pokazuje kako duže narudžbe smanjuju kapacitet, smanjujući broj ulazaka u proces s 50 na 9 te izlazaka pacijenata s 38 na 9. Zauzetost resursa opada s duljim narudžbama, što odražava manju iskorištenost opreme i prostora, pri čemu RT1 opada od 88% na 18%, RT2 od 91% na 18%, a CT s 92% na 19%.

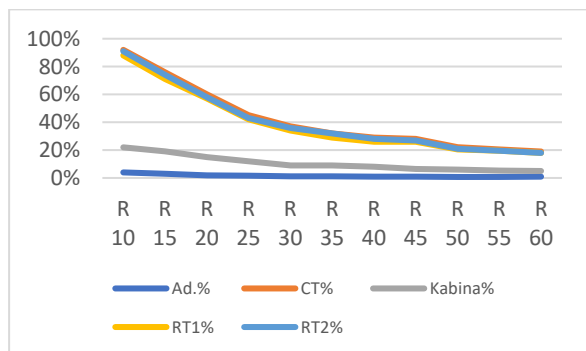
Na grafikonima 187 do 192 grafički su prikazani navedeni rezultati.



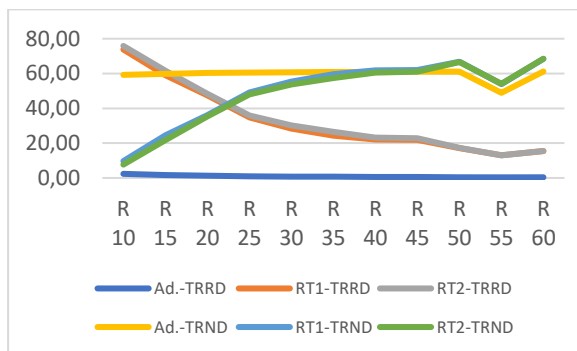
Grafikon 187. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



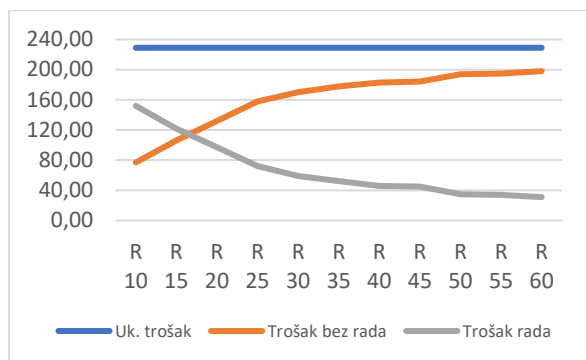
Grafikon 188. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



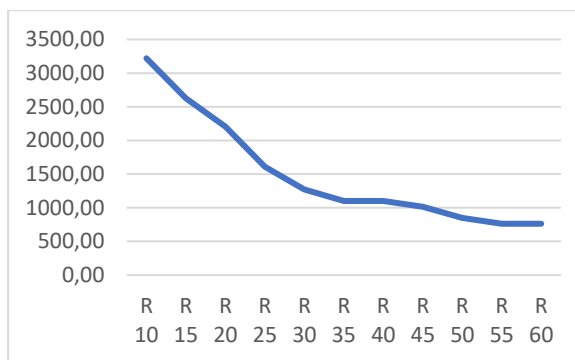
Grafikon 189. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 190. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 191. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 192. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenata, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata za „sve kategorije CT pretraga“ počinje se smanjivati na točki R20 te se smanjuje tijekom vremena, ali diskretno ostaje čitavo vrijeme. Na točki R15 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 65%. Najbolja financijska iskoristivost radioloških tehnologa nalazi se između točki R20 i R25, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točke R15 i R20. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki R10.

6.4.9. Simulacijski eksperiment – MR pretraga za kategoriju tijelo1

Za kategoriju tijelo1 provedeni su simulacijski eksperimenti s različitim vremenima naručivanja pacijenata, pri čemu je interval dolazaka varirao od 20 do 70 minuta, u koracima od 5 minuta. U prvom koraku izrađen je niz simulacijskih scenarija s jednim radiološkim tehnologom tijekom osmosatnog radnog vremena. Dobiveni rezultati prikazani su u tablici 56.

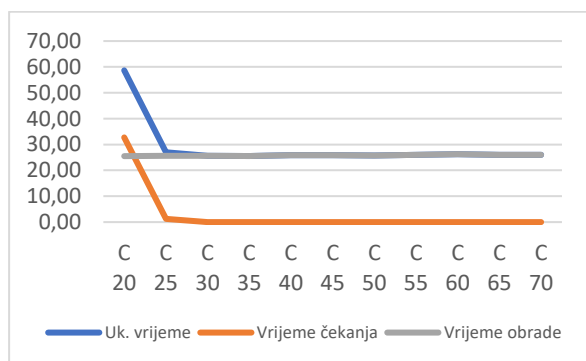
Tablica 56. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom

MR	Uk. trošak	trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrad	Ulaz	Izlaz	Ad.%	MR%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
C 20	145,00	65,00	80,00	2967,00	58,67	32,74	25,56	25	20	3%	93%	16%	94%	1,75	78,49	59,85	4,80
C 25	145,00	73,00	73,00	2818,65	26,94	1,30	25,64	20	19	2%	84%	15%	85%	1,43	71,22	60,17	12,49
C 30	146,00	84,00	61,00	2373,60	25,66	0,00	25,66	17	16	2%	71%	12%	72%	1,17	60,17	60,43	23,75
C 35	145,00	92,00	54,00	1928,55	25,55	0,00	25,55	14	13	2%	62%	10%	63%	1,15	52,59	60,59	31,30
C 40	146,00	99,00	46,00	1780,20	25,89	0,00	25,89	13	12	1%	53%	9%	54%	0,87	45,59	60,73	38,33
C 45	146,00	103,00	43,00	1631,85	25,86	0,00	25,86	11	11	1%	49%	8%	50%	0,80	41,72	60,80	42,20
C 50	146,00	107,00	39,00	1483,50	25,79	0,00	25,79	10	10	1%	44%	7%	45%	0,74	37,79	60,86	46,13
C 55	146,00	111,00	35,00	1335,15	26,01	0,00	26,01	9	9	1%	40%	7%	41%	0,67	34,31	60,93	49,61
C 60	146,00	114,00	31,00	1186,80	26,27	0,00	26,27	9	8	1%	36%	6%	37%	0,59	30,83	61,01	53,09
C 65	145,00	114,00	31,00	1038,45	26,02	0,00	26,02	8	7	1%	36%	6%	37%	0,59	29,97	61,01	53,27
C 70	146,00	118,00	27,00	1038,45	26,02	0,00	26,02	7	7	1%	31%	5%	32%	0,52	26,71	61,08	57,21

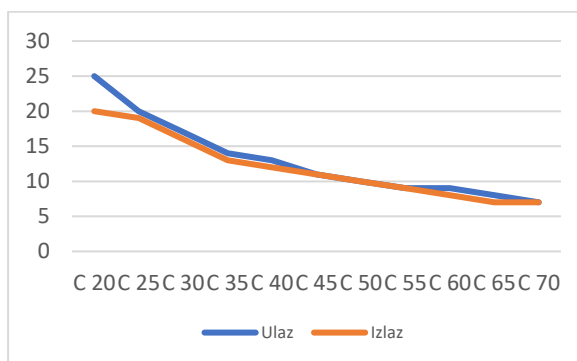
Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda MR pretraga za kategoriju „tijelo1“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage iznosi između 20 i 70 minuta, uz sudjelovanje jednog radiološkog tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi pritom ostaju gotovo nepromijenjeni u svim promatranim varijantama te se kreću od 145,00 do 146,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa raste s produljenjem trajanja pretraga, od 65,00 do 118,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 80,00 na 27,00 eura. Povećanje vremena između narudžbi dovodi do pada učinkovitosti i stupnja iskorištenosti kapaciteta, ponajprije kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se s produljenjem narudžbi smanjuje s 2.967,00 eura na 1038,45 eura, što ukazuje na slabiju učinkovitost sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje izražene oscilacije – duže je kod kraćih narudžbi, dok je za duže gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s povećanjem trajanja narudžbi postupno produljuje, ali na razini prosjeka ostaje relativno stabilno. Istodobno dolazi do smanjenja broja pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka pada s 25 na 7, a broj izlazaka s 20 na 7, što potvrđuje da dulje narudžbe reduciraju kapacitet sustava. Uočen je i pad iskorištenosti resursa – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) opada s 94% na 32%, a MR uređaja s 93% na 31%, što odražava slabiju uporabu opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima.

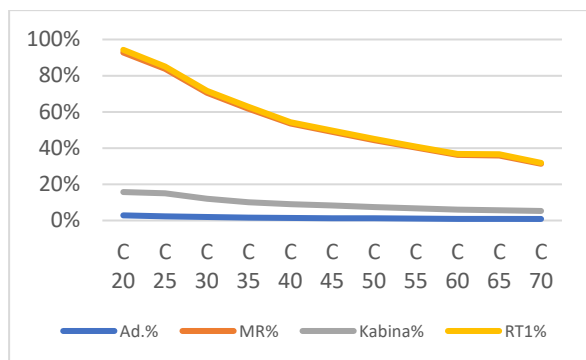
Na grafikonima 193 do 198 grafički su prikazani navedeni rezultati.



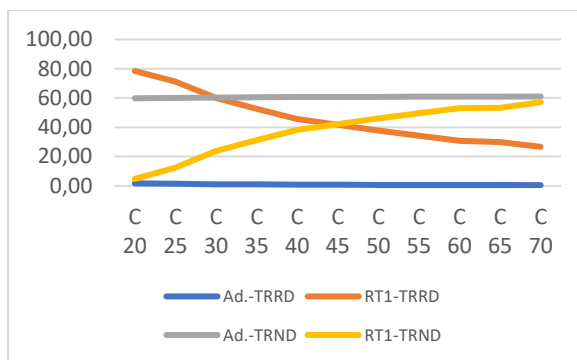
Grafikon 193. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



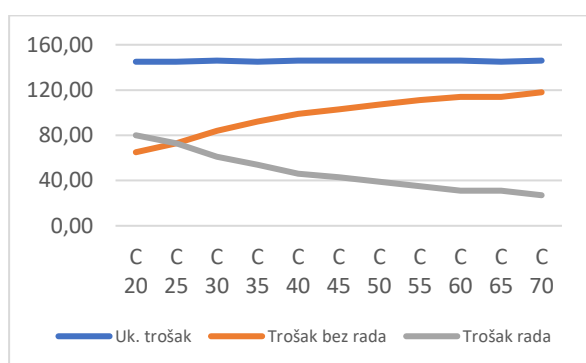
Grafikon 194. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



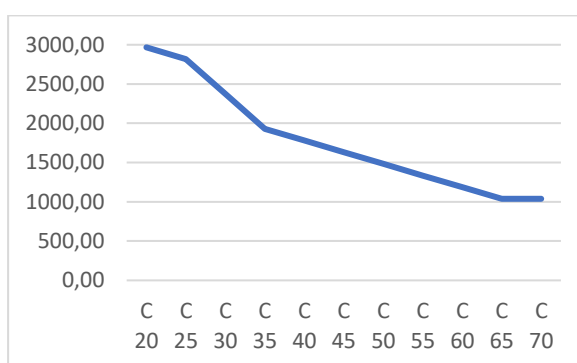
Grafikon 195. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 196. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 197. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 198. Prihod za učinjene pretrage pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „tijelo1“ počinje se smanjivati na točki C25 i potpuno nestaje na točki C30. Na točki C30 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se na točki C45, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki C25. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C20.

U sljedećoj fazi izrađen je analogan skup simulacijskih eksperimenata za istu kategoriju pretraga, ali uz angažman dvaju radioloških tehnologa. Rezultati ovog scenarija prikazani su u tablici 57.

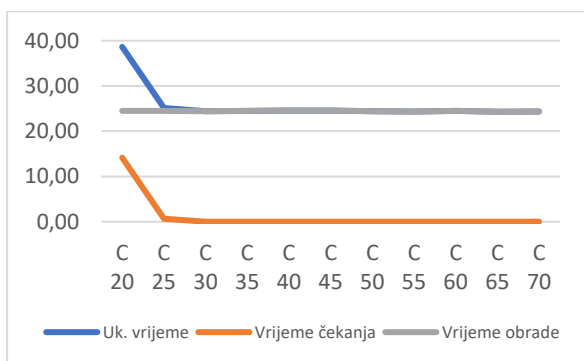
Tablica 57. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa

MR	Uk. trošak	trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekan	vrijeme obrad	Ulaz	Izlaz	Ad.%	MR%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
C 20	226,00	69,00	157,00	3263,70	38,63	14,14	24,49	25	22	3%	94%	17%	95%	94%	1,76	78,32	77,03	59,84	3,82	5,11
C 25	229,00	94,00	135,00	2818,65	25,10	0,63	24,46	20	19	3%	79%	15%	81%	79%	1,46	67,42	66,29	60,14	16,35	17,47
C 30	229,00	116,00	114,00	2373,60	24,41	0,00	24,40	17	16	2%	66%	12%	68%	66%	1,14	56,69	55,78	60,46	27,23	28,14
C 35	229,00	129,00	100,00	2076,90	24,46	0,00	24,46	14	14	2%	58%	10%	59%	58%	1,01	49,87	49,07	60,59	34,05	34,85
C 40	229,00	144,00	86,00	1780,20	24,52	0,00	24,52	13	12	1%	50%	9%	51%	50%	0,85	42,68	42,02	60,75	41,24	41,90
C 45	229,00	151,00	78,00	1631,85	24,54	0,00	24,54	11	11	1%	46%	8%	47%	46%	0,78	39,15	38,55	60,82	44,77	45,37
C 50	229,00	158,00	71,00	1483,50	24,42	0,00	24,42	10	10	1%	42%	8%	42%	42%	0,71	35,40	34,84	60,89	48,52	49,08
C 55	229,00	166,00	64,00	1335,15	24,33	0,00	24,33	9	9	1%	37%	7%	38%	37%	0,63	31,73	31,24	60,97	52,17	52,68
C 60	229,00	173,00	57,00	1186,80	24,51	0,00	24,51	9	8	1%	33%	6%	34%	33%	0,56	28,40	27,95	61,04	55,52	55,97
C 65	229,00	173,00	57,00	1186,80	24,30	0,00	24,30	8	8	1%	33%	6%	34%	33%	0,56	28,35	27,90	61,04	55,55	56,00
C 70	229,00	180,00	50,00	1038,45	24,32	0,00	24,32	7	7	1%	29%	5%	29%	29%	0,49	24,71	24,32	61,11	59,21	59,60

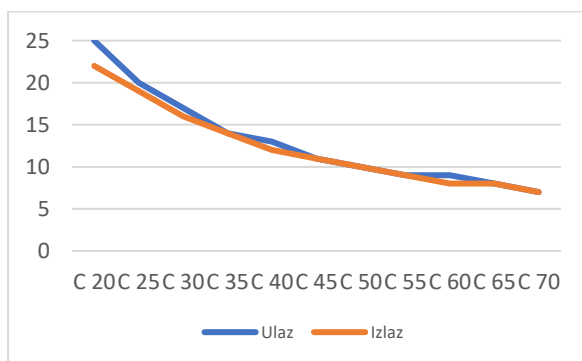
Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda MR pretraga za kategoriju „tijelo1“ tijekom jedne osmosatne radne smjene, pri čemu se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage je u rasponu od 20 do 70 minuta, uz sudjelovanje dva radiološka tehnologa u dijagnostici. Ukupni troškovi pritom ostaju razmjerno ujednačeni u svim promatranim varijantama te se kreću od 226,00 do 229,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa povećava se s produljenjem trajanja pretraga, od 69,00 do 180,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje sa 157,00 na 50,00 eura. Kako se produžuje vrijeme između narudžbi, dolazi do pada učinkovitosti i slabijeg iskorištenja kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se s produljenjem narudžbi smanjuje s 3.263,70 eura na 1.038,45 eura, što upućuje na nižu operativnu učinkovitost pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje izražene oscilacije – dulje je kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s porastom trajanja narudžbi postupno produljuje, ali u prosjeku ostaje stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka pada s 25 na 7, a broj izlazaka s 22 na 7, što potvrđuje da dulje narudžbe smanjuju kapacitet sustava. Sličan trend uočen je i u iskorištenosti resursa – zauzetost RT1 opada s 95% na 29%, RT2 s 94% na 29%, a MR uređaja s 94% na 29%, što odražava slabiju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

Na grafikonima 199 do 204 grafički su prikazani navedeni rezultati.

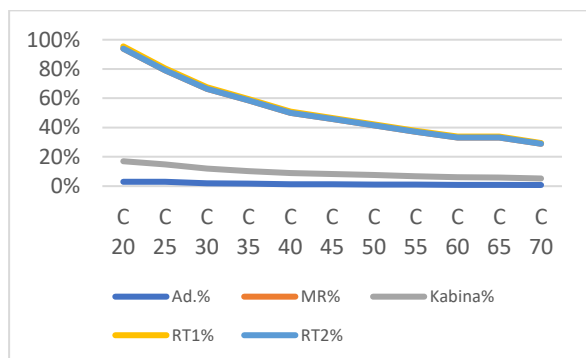


Grafikon 199. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa



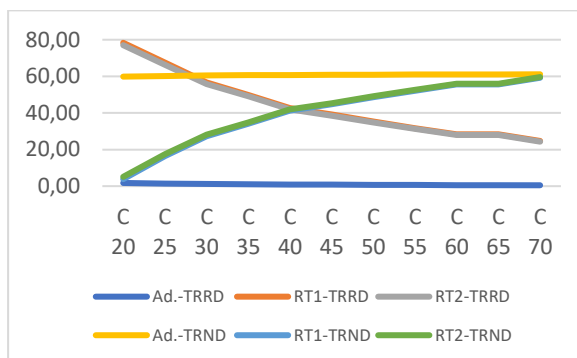
Grafikon 200. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa

Izvor: autorica

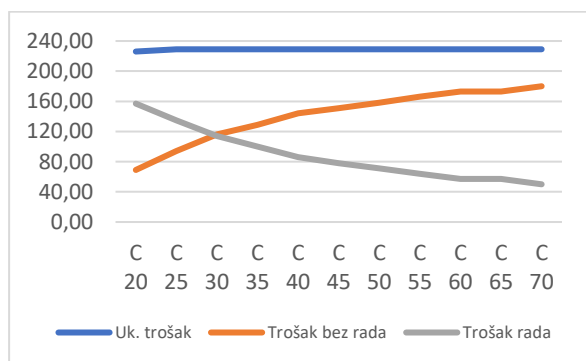


Grafikon 201. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

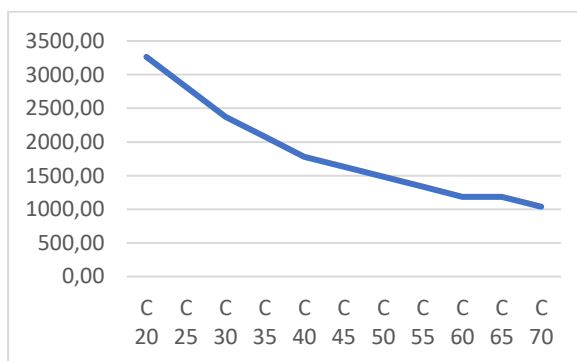
Izvor: autorica



Grafikon 202. Trošak resursa za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 203. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 204. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata za kategoriju „tijelo1“ počinje se smanjivati na točki C25 te potpuno nestaje na točki C30. Na točki C25 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se između točki C40 i C45, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki C30. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C20.

6.4.10. Simulacijski eksperiment – MR pretraga za kategoriju mozak

Za kategoriju mozak provedeni su simulacijski eksperimenti u kojima se vrijeme naručivanja pacijenata postupno mijenjalo, tako da su termini dolazaka bili postavljeni od 20 do 70 minuta, s razmakom od 5 minuta između pojedinih scenarija. U početnoj varijanti modela analiziran je rad s jednim radiološkim tehnologom tijekom osmosatne smjene, a dobiveni rezultati prikazani su u tablici 58.

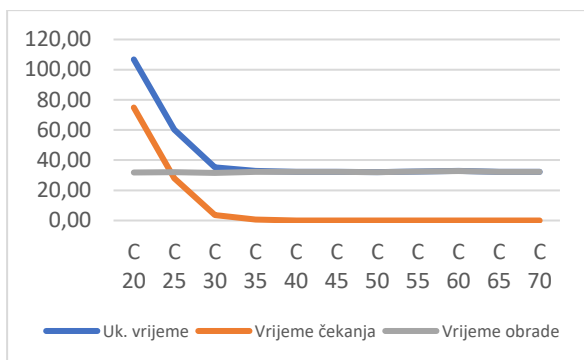
Tablica 58. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom

MR	Uk. trošak	trošak bez rad	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrad	Ulaz	Izlaz	Ad.%	MR%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
C 20	145,00	64,00	81,00	2076,90	106,78	74,88	31,90	25	14	3%	93%	18%	95%	1,71	79,35	59,89	3,80
C 25	145,00	65,00	80,00	2373,60	60,18	28,06	32,12	20	16	2%	93%	18%	95%	1,37	78,58	60,23	4,40
C 30	144,00	72,00	73,00	2373,60	35,15	3,60	31,55	17	16	2%	85%	16%	86%	1,15	71,49	60,46	11,40
C 35	142,00	81,00	62,00	1928,55	32,80	0,61	32,20	14	13	2%	75%	15%	76%	1,02	60,73	60,58	20,00
C 40	146,00	89,00	57,00	1780,20	32,21	0,00	32,21	13	12	1%	65%	12%	67%	0,87	55,92	60,73	28,00
C 45	145,00	94,00	52,00	1631,85	32,15	0,00	32,15	11	11	1%	60%	11%	61%	0,80	50,70	60,80	32,80
C 50	145,00	98,00	46,00	1483,50	32,07	0,00	32,07	10	10	1%	54%	10%	55%	0,74	45,44	60,86	37,62
C 55	146,00	103,00	43,00	1335,15	32,47	0,00	32,47	9	9	1%	49%	9%	50%	0,67	42,24	60,93	41,68
C 60	146,00	107,00	39,00	1186,80	32,81	0,00	32,81	9	8	1%	44%	8%	45%	0,59	37,97	61,01	45,95
C 65	142,00	109,00	34,00	1038,45	32,32	0,00	32,32	8	7	1%	42%	8%	43%	0,59	33,29	61,01	47,50
C 70	146,00	112,00	33,00	1038,45	32,32	0,00	32,32	7	7	1%	38%	7%	39%	0,52	32,72	61,08	51,20

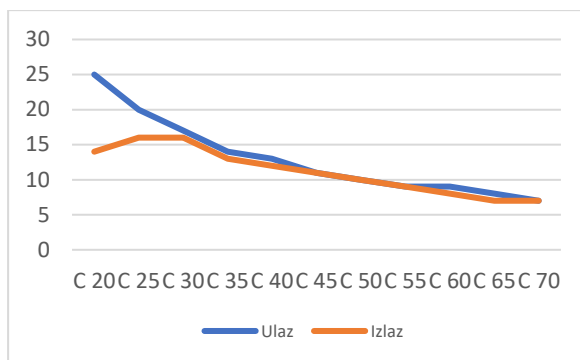
Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda MR pretraga za kategoriju „mozak“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se između 20 i 70 minuta, uz sudjelovanje jednog radiološkog tehnologa u dijagnostici. Ukupni troškovi ostaju razmjerno ujednačeni u svim analiziranim varijantama te se kreću od 142,00 do 146,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa povećava se s produljenjem trajanja pretraga, od 64,00 do 112,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 81,00 na 33,00 eura. Povećanje vremenskog razmaka između narudžbi dovodi do pada učinkovitosti i slabije iskorištenosti kapaciteta resursa, ponajprije kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se s produljenjem narudžbi smanjuje s 2.076,90 eura na 1.038,45 eura, što upućuje na nižu učinkovitost sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje značajne oscilacije – dulje je kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s produljenjem trajanja narudžbi postupno povećava, ali prosječno ostaje relativno stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka pada s 25 na 7, a broj izlazaka s 14 na 7, što potvrđuje da dulje narudžbe reduciraju kapacitet sustava. Uočen je i pad iskorištenosti resursa – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) opada s 95% na 39%, a MR uređaja s 93% na 38%, što odražava slabiju uporabu opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

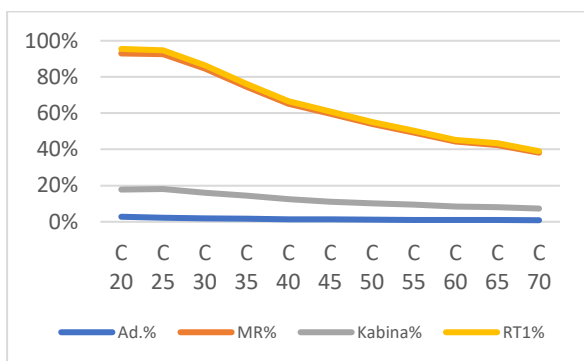
Na grafikonima 205 do 210 grafički su prikazani navedeni rezultati.



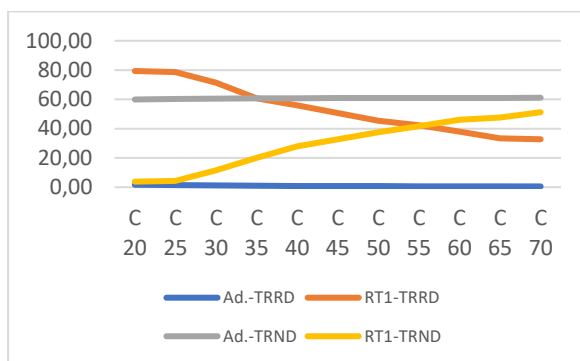
Grafikon 205. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



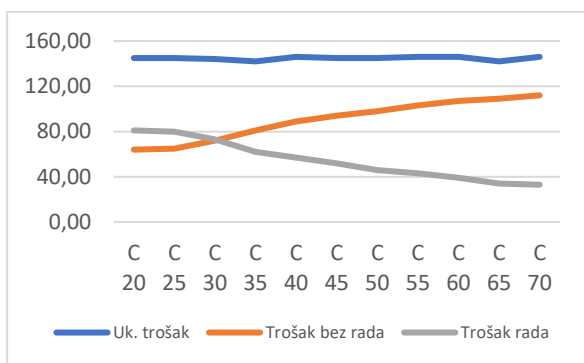
Grafikon 206. Broj ulaska i pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



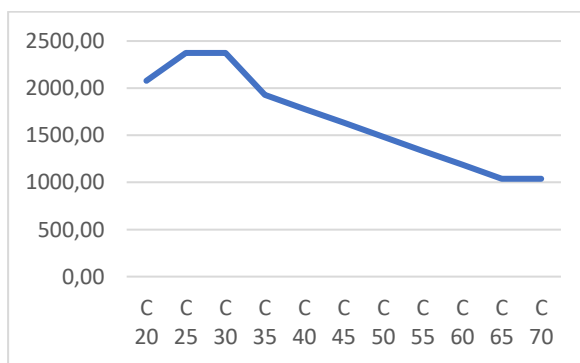
Grafikon 207. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 208. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 209. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 210. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „mozak“ počinje se smanjivati na točki C25 i potpuno nestaje na točki C40. Na točki C30 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa više od 80%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se na točki C55, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki C30. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C30.

U idućem koraku konstruiran je usporediv skup simulacijskih scenarija za istu skupinu pretraga, ali uz uključivanje dva radiološka tehnologa u radu dijagnostike, pri čemu su rezultati sažeto prikazani u tablici 59.

Tablica 59. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa

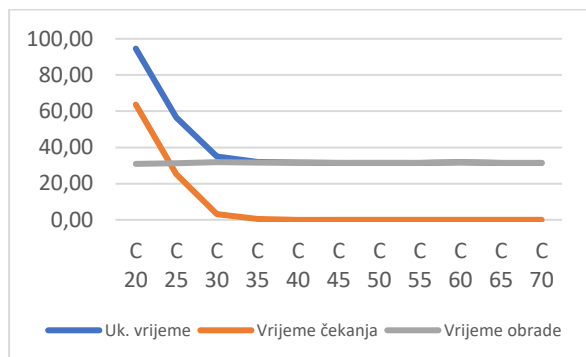
MR	Uk. trošak	trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad. %	MR%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
C 20	225,00	69,00	156,00	2521,95	94,58	63,66	30,92	25	17	3%	93%	20%	95%	93%	1,76	77,88	76,02	59,84	3,84	5,70
C 25	226,00	73,00	152,00	2521,95	56,63	25,29	31,34	20	17	2%	91%	18%	93%	91%	1,46	76,19	74,40	60,14	5,77	7,57
C 30	225,00	84,00	141,00	2373,60	34,98	3,10	31,87	17	16	2%	85%	17%	87%	85%	1,19	70,86	69,32	60,41	11,10	12,62
C 35	223,00	104,00	119,00	1928,55	31,98	0,43	31,55	14	13	2%	73%	14%	75%	73%	1,02	59,87	58,54	60,58	21,03	22,36
C 40	229,00	120,00	109,00	1780,20	31,68	0,00	31,68	13	12	1%	64%	13%	65%	64%	0,85	54,70	53,57	60,75	29,22	30,35
C 45	226,00	130,00	96,00	1631,85	31,49	0,00	31,49	11	11	1%	58%	11%	59%	58%	0,78	48,20	47,16	60,82	34,04	35,07
C 50	228,00	139,00	88,00	1483,50	31,45	0,00	31,45	10	10	1%	53%	10%	54%	53%	0,71	44,33	43,39	60,89	38,73	39,68
C 55	229,00	148,00	81,00	1335,15	31,51	0,00	31,51	9	9	1%	48%	9%	49%	48%	0,63	40,75	39,90	60,97	43,17	44,02
C 60	229,00	157,00	73,00	1186,80	31,74	0,00	31,74	9	8	1%	43%	9%	43%	43%	0,56	36,48	35,71	61,04	47,44	48,21
C 65	224,00	159,00	65,00	1038,45	31,50	0,00	31,50	8	7	1%	41%	8%	42%	41%	0,56	32,84	32,07	61,04	48,43	49,20
C 70	229,00	166,00	63,00	1038,45	31,50	0,00	31,50	7	7	1%	37%	7%	38%	37%	0,49	31,76	31,09	61,11	52,16	52,83

Izvor: autorica

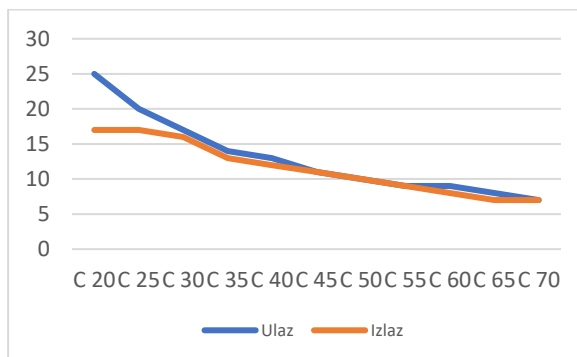
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda MR pretraga za kategoriju „mozak“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju u razmacima od 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se od 20 do 70 minuta, uz sudjelovanje dva radiološka tehnologa u dijagnostici. Ukupni troškovi pritom ostaju razmjerno ujednačeni kroz sve promatrane scenarije te iznose od 223,00 do 229,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa raste s produljenjem trajanja pretraga, od 69,00 do 166,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje sa 156,00 na 63,00 eura. Kako se povećava vremenski razmak između narudžbi, dolazi do smanjenja učinkovitosti i stupnja iskorištenja kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se pritom smanjuje s 2.521,95 eura na 1.038,45 eura, što ukazuje na nižu učinkovitost sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje velika odstupanja – znatno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade s produljenjem trajanja narudžbi postupno raste, ali na razini prosjeka ostaje relativno stabilno. Istovremeno, broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa opada: ulasci se smanjuju s 25 na 7, a izlasci s 17 na 7, što potvrđuje da dulje narudžbe umanjuju kapacitet sustava. Uočen je i pad iskorištenosti resursa – zauzetost RT1

opada s 95% na 38%, RT2 s 93% na 37%, a MR uređaja s 93% na 37%, što odražava slabiju uporabu opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

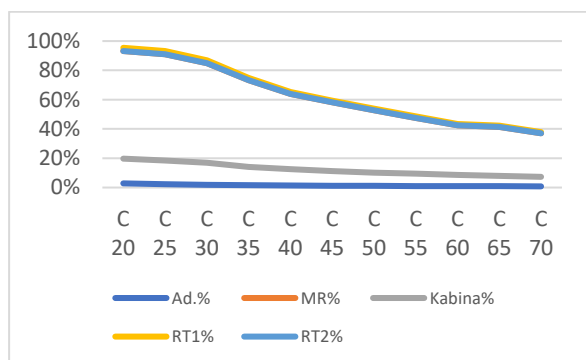
Na grafikonima 211 do 216 grafički su prikazani navedeni rezultati.



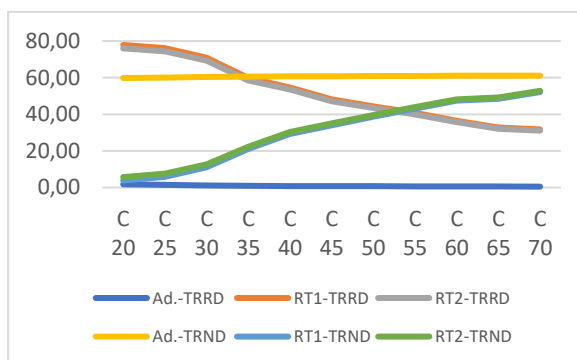
Grafikon 211. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



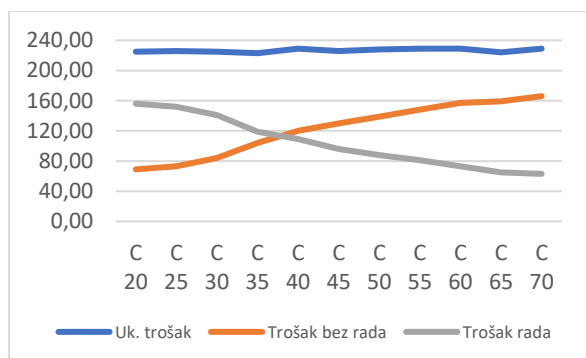
Grafikon 212. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



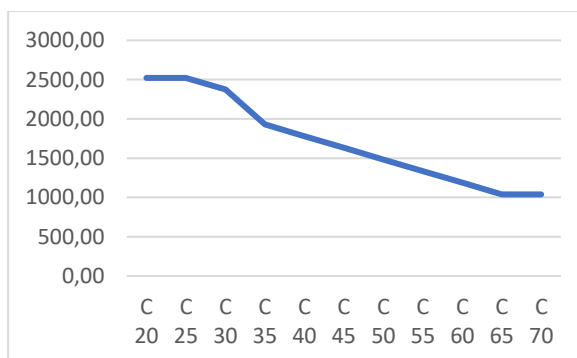
Grafikon 213. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 214. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 215. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 216. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata za kategoriju „mozak“ počinje se smanjivati na točki C25 te potpuno nestaje na točki C40. Na točki C30 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 85%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se između točki C50 i C55, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točki C35 i C40. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C20 i C25.

6.4.11. Simulacijski eksperiment – MR pretraga za kategoriju srce

Za kategoriju srce provedeni su simulacijski eksperimenti s različitim vremenima naručivanja pacijenata, pri čemu je interval dolazaka varirao od 20 do 70 minuta, u koracima od 5 minuta. U prvom koraku izrađen je niz simulacijskih scenarija s jednim radiološkim tehnologom tijekom osmosatnog radnog vremena. Dobiveni rezultati prikazani su u tablici 60.

Tablica 60. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom

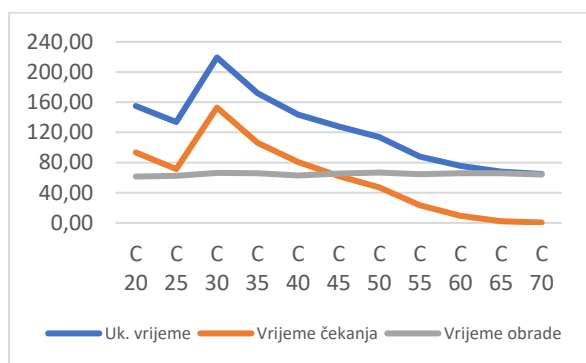
MR	Uk. trošak	trošak bez rad	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekan	vrijeme obrad	Ulaz	Izlaz	Ad.%	MR%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
C 20	143,00	62,00	80,00	1633,45	155,04	93,57	61,47	25	5	3%	96%	10%	97%	1,71	78,63	59,87	2,50
C 25	142,00	63,00	79,00	1306,76	133,98	71,43	62,55	20	4	2%	96%	7%	97%	1,45	77,55	60,15	2,62
C 30	145,00	65,00	80,00	2286,83	219,32	152,98	66,34	17	7	2%	94%	12%	95%	1,16	79,01	60,44	4,27
C 35	142,00	64,00	77,00	2286,83	171,92	106,09	65,84	14	7	2%	95%	11%	96%	1,01	76,32	60,59	3,73
C 40	143,00	65,00	78,00	2286,83	143,55	80,66	62,89	13	7	1%	94%	10%	95%	0,86	77,47	60,74	4,21
C 45	142,00	65,00	77,00	2286,83	127,63	62,14	65,49	11	7	1%	95%	9%	95%	0,80	75,96	60,80	3,95
C 50	142,00	64,00	77,00	2286,83	113,82	47,04	66,79	10	7	1%	95%	9%	96%	0,72	76,60	60,88	3,54
C 55	141,00	65,00	77,00	2613,52	87,99	23,35	64,64	9	8	1%	95%	9%	95%	0,62	75,97	60,98	3,82
C 60	141,00	65,00	75,00	2286,83	75,44	9,47	65,97	9	7	1%	94%	9%	95%	0,55	74,79	61,05	4,42
C 65	144,00	69,00	75,00	2286,83	68,18	2,25	65,94	8	7	1%	90%	9%	91%	0,58	74,19	61,02	7,84
C 70	138,00	74,00	64,00	2286,83	64,89	0,56	64,33	7	7	1%	84%	8%	84%	0,52	63,47	61,08	13,14

Izvor: autorica

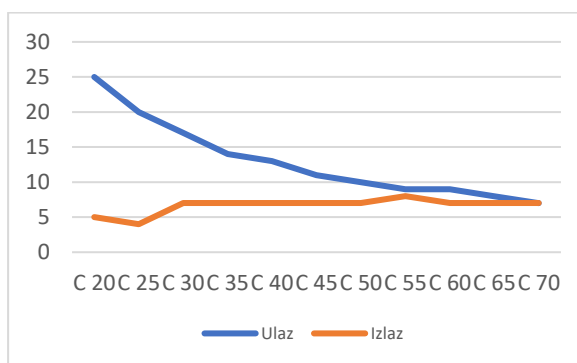
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda MR pretraga za kategoriju „srce“ tijekom jedne osmosatne radne smjene, pri čemu se pretrage naručuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage varira od 20 do 70 minuta, uz angažman jednog radiološkog tehnologa u dijagnostici. Ukupni troškovi pritom ostaju razmjerno ujednačeni u svim analiziranim scenarijima te se kreću od 138,00 do 145,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa povećava se s produljenjem trajanja pretraga, od 62,00 do 74,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 80,00 na 64,00 eura. Kako se produžuje vrijeme između narudžbi, dolazi do smanjene učinkovitosti i slabijeg iskorištenja kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se s produljenjem narudžbi smanjuje s 2.613,52 eura na 1.306,76 eura, što upućuje na nižu razinu učinkovitosti sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje izrazite varijacije – znatno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je za

duže narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s produljenjem trajanja narudžbi postupno povećava, ali u prosjeku ostaje stabilno. Istodobno se mijenja i protok pacijenata kroz sustav: broj ulazaka opada s 25 na 7, a broj izlazaka raste s 5 na 7, što ukazuje na promjenu dinamike obrade pacijenata pri duljim vremenima pretrage. Iskorištenost resursa također opada – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) smanjuje se s 97% na 84%, a MR uređaja s 96% na 84%, što odražava manju iskorištenost opreme i prostora kod duljih vremenskih razmaka.

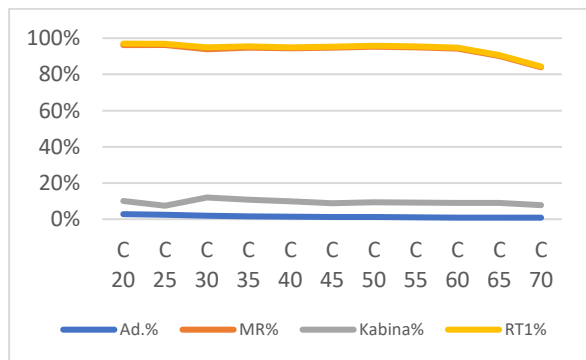
Na grafikonima 217 do 222 grafički su prikazani navedeni rezultati.



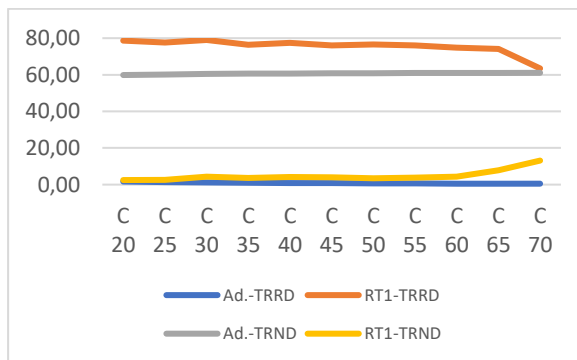
Grafikon 217. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



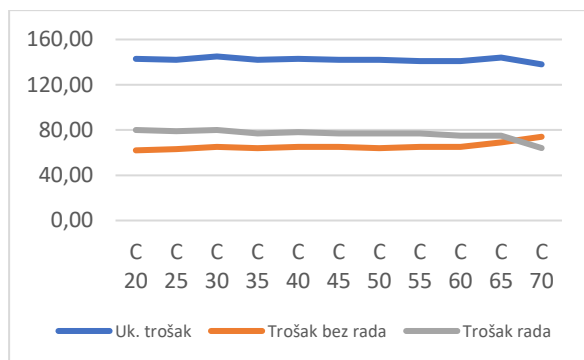
Grafikon 218. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



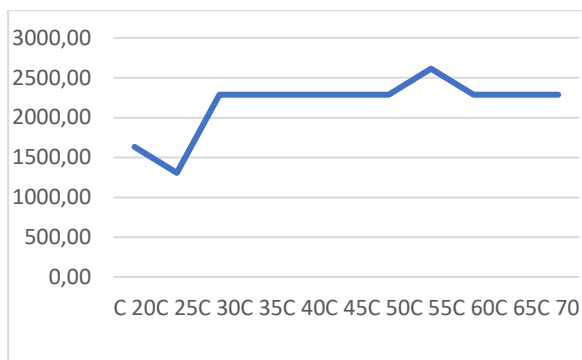
Grafikon 219. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 220. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 221. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 222. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „srce“ počinje se smanjivati na točki C45 i diskretno nestaje na točki C70. Na točki C65 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 90%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se iznad točke C70, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki C65. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C55.

U sljedećoj fazi izrađen je analogan skup simulacijskih eksperimenata za istu kategoriju pretraga, ali uz angažman dvaju radioloških tehnologa. Rezultati ovog scenarija prikazani su u tablici 61.

Tablica 61. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa

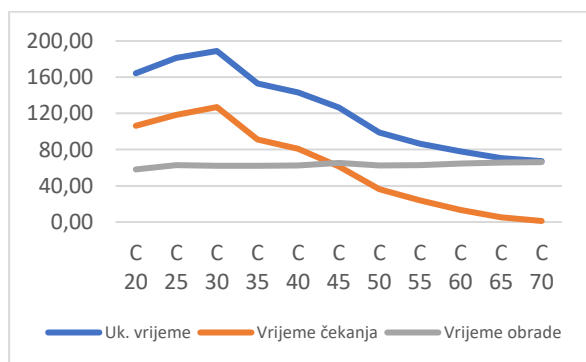
MR	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad. %	MR%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
C 20	221,00	66,00	155,00	1633,45	164,34	106,25	58,10	25	5	3%	96%	10%	97%	96%	1,78	77,18	76,51	59,82	2,64	3,30
C 25	222,00	66,00	156,00	1960,14	181,30	118,44	62,86	20	6	2%	96%	10%	97%	96%	1,52	77,39	76,78	60,08	2,80	3,41
C 30	226,00	69,00	158,00	2613,52	188,93	126,96	61,97	17	8	2%	95%	12%	96%	95%	1,14	78,60	77,83	60,46	3,70	4,47
C 35	224,00	69,00	155,00	2286,83	153,00	90,99	62,02	14	7	2%	95%	11%	95%	95%	1,02	77,07	76,49	60,58	3,97	4,55
C 40	226,00	70,00	156,00	2286,83	143,16	80,80	62,36	13	7	1%	94%	10%	95%	94%	0,83	77,63	77,67	60,77	4,36	4,92
C 45	225,00	71,00	154,00	2286,83	126,50	61,35	65,15	11	7	1%	94%	9%	94%	94%	0,81	76,85	76,37	60,79	4,68	5,17
C 50	219,00	71,00	149,00	2286,83	98,77	36,43	62,35	10	7	1%	94%	9%	94%	94%	0,73	74,22	73,76	60,87	4,64	5,10
C 55	220,00	73,00	147,00	2613,52	86,59	23,84	62,75	9	8	1%	93%	9%	93%	93%	0,66	73,47	73,06	60,94	5,83	6,24
C 60	221,00	74,00	147,00	2286,83	77,93	13,36	64,58	9	7	1%	92%	9%	92%	92%	0,59	73,18	72,78	61,01	6,39	6,79
C 65	226,00	78,00	148,00	2286,83	70,75	5,21	65,54	8	7	1%	90%	9%	90%	90%	0,58	73,93	73,52	61,02	8,11	8,52
C 70	218,00	84,00	134,00	2286,83	67,29	1,13	66,16	7	7	1%	86%	8%	87%	86%	0,47	67,07	66,70	61,13	11,01	11,38

Izvor: autorica

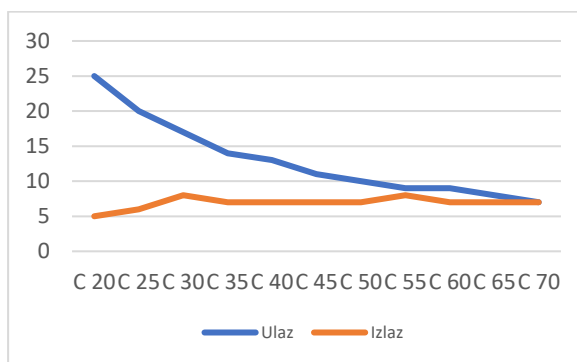
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda MR pretraga za kategoriju „srce“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju u razmacima od 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se između 20 i 70 minuta, uz sudjelovanje dva radiološka tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi ostaju razmjerno ujednačeni kroz sve promatrane scenarije te se kreću od 218,00 do 226,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa povećava se s

produljenjem trajanja pretraga, od 66,00 do 84,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje sa 155,00 na 134,00 eura. Kako se vrijeme između narudžbi produljuje, vidljivo je postupno smanjenje učinkovitosti i stupnja iskorištenosti kapaciteta resursa, osobito administratora i radioloških tehnologa. Prihod se pritom smanjuje s 2.613,52 eura na 2.286,83 eura, što upućuje na nižu operativnu učinkovitost pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje izražene oscilacije – znatno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je kod duljih gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade s produljenjem trajanja narudžbi postupno raste, ali u prosjeku ostaje stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka pada s 25 na 7, a broj izlazaka s 8 na 5, što potvrđuje da dulje narudžbe ograničavaju kapacitet sustava. Uočen je i pad iskorištenosti resursa – zauzetost RT1 se smanjuje s 97% na 87%, RT2 s 96% na 86%, a MR uređaja s 96% na 86%, što odražava nešto manju iskorištenost opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

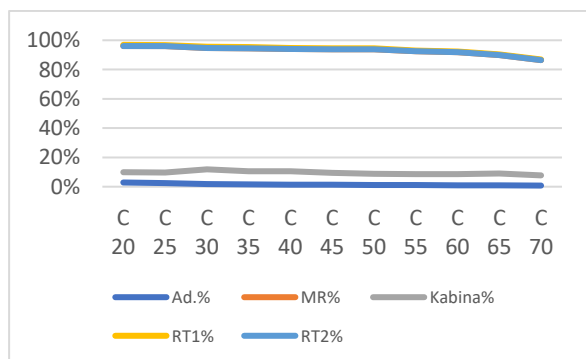
Na grafikonima 223 do 228 grafički su prikazani navedeni rezultati.



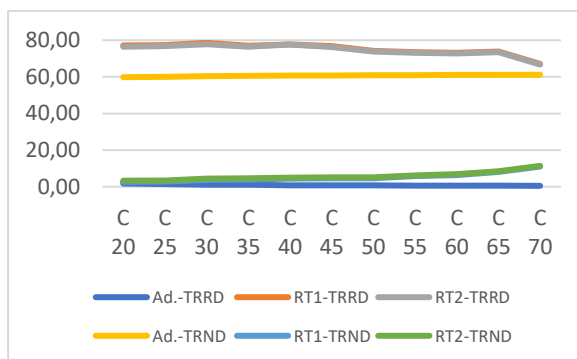
Grafikon 223. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



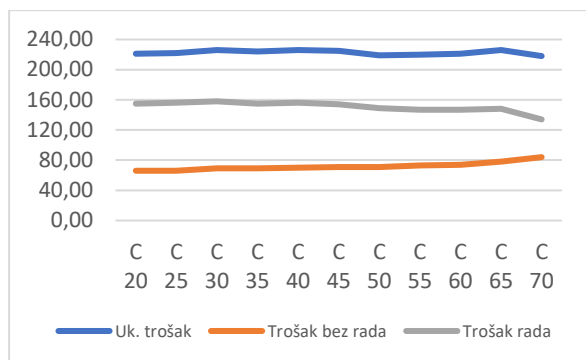
Grafikon 224. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



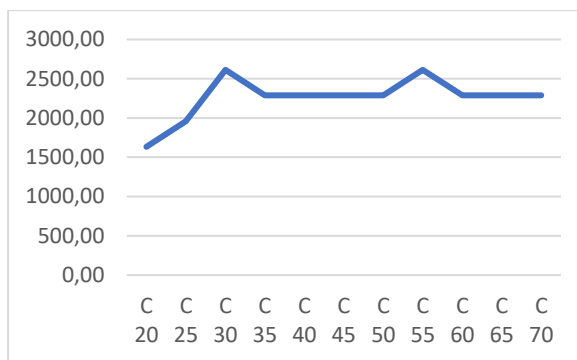
Grafikon 225. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 226. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 227. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 228. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „srce“ počinje se smanjivati na točki C45 i diskretno nestaje na točki C70. Na točki C65 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 90%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se iznad točke C70, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki iznad C70. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C55.

6.4.12. Simulacijski eksperiment – MR pretraga za kategoriju kralježnica

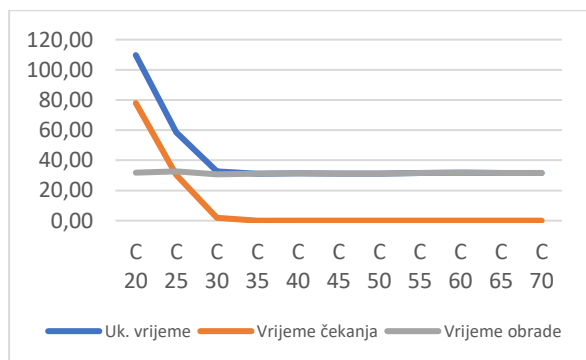
Za kategoriju kralježnica provedeni su simulacijski eksperimenti u kojima se vrijeme naručivanja pacijenata postupno mijenjalo, tako da su termini dolazaka bili postavljeni od 20 do 70 minuta, s razmakom od 5 minuta između pojedinih scenarija. U početnoj varijanti modela analiziran je rad s jednim radiološkim tehnologom tijekom osmosatne smjene, a dobiveni rezultati prikazani su u tablici 62.

Tablica 62. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom

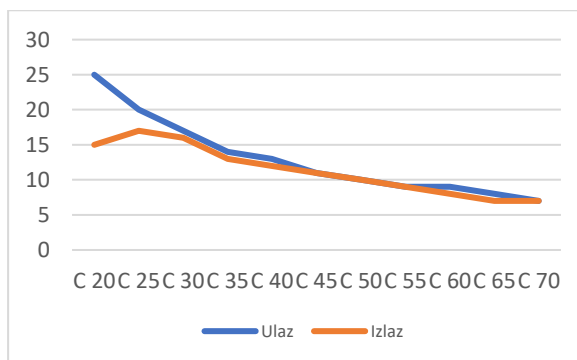
MR	Uk. trošak	trošak bez rad	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrad	Ulaz	Izlaz	Ad.%	MR%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
C 20	144,00	64,00	79,00	2225,25	109,73	77,95	31,78	25	15	3%	93%	16%	95%	1,70	77,68	59,90	4,57
C 25	145,00	65,00	80,00	2521,95	58,64	30,34	32,66	20	17	2%	94%	17%	95%	1,41	78,70	60,19	4,47
C 30	145,00	73,00	72,00	2373,60	32,65	1,95	30,71	17	16	2%	84%	15%	85%	1,15	71,30	60,45	12,60
C 35	142,00	82,00	60,00	1928,55	31,10	0,07	31,09	14	13	2%	74%	13%	75%	1,01	59,35	60,59	21,25
C 40	146,00	90,00	56,00	1780,20	31,40	0,00	31,40	13	12	1%	65%	11%	66%	0,87	55,06	60,73	28,86
C 45	145,00	94,00	51,00	1631,85	31,28	0,00	31,28	11	11	1%	59%	10%	60%	0,80	50,31	60,80	33,57
C 50	145,00	99,00	45,00	1483,50	31,21	0,00	31,21	10	10	1%	54%	9%	54%	0,74	44,73	60,86	38,30
C 55	146,00	103,00	42,00	1335,15	31,61	0,00	31,61	9	9	1%	49%	9%	49%	0,67	41,54	60,93	42,38
C 60	146,00	108,00	38,00	1186,80	31,92	0,00	31,92	9	8	1%	44%	8%	44%	0,59	37,31	61,01	46,61
C 65	142,00	109,00	33,00	1038,45	31,53	0,00	31,53	8	7	1%	42%	7%	43%	0,59	32,77	61,01	47,89
C 70	146,00	113,00	33,00	1038,45	31,53	0,00	31,53	7	7	1%	38%	7%	38%	0,52	32,23	61,08	51,69

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda MR pretraga za kategoriju „kralježnica“ tijekom jedne osmosatne radne smjene, pri čemu se pretrage naručuju u intervalima od 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se u rasponu od 20 do 70 minuta, uz sudjelovanje jednog radiološkog tehnologa u dijagnostici. Ukupni troškovi pri svim promatranim vremenskim rasporedima ostaju razmjerno ujednačeni te se kreću od 142,00 do 146,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa povećava se s produljenjem trajanja pretraga, od 64,00 do 113,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 79,00 na 33,00 eura. Kako se produžuje vrijeme između narudžbi, dolazi do pada učinkovitosti i smanjenja stupnja iskorištenosti kapaciteta, ponajprije kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se pritom smanjuje s 2.521,95 eura na 1.038,45 eura, što ukazuje na slabiju učinkovitost sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje izrazite oscilacije – značajno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s produljenjem trajanja narudžbi postupno povećava, ali na razini prosjeka ostaje stabilno. Istodobno se smanjuje i protok pacijenata kroz sustav: broj ulazaka opada s 25 na 7, a broj izlazaka s 15 na 7, što potvrđuje da dulje narudžbe reduciraju kapacitet. U skladu s tim, smanjuje se i iskorištenost resursa – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) pada s 95% na 38%, a MR uređaja s 93% na 38%, što odražava nižu razinu uporabe opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

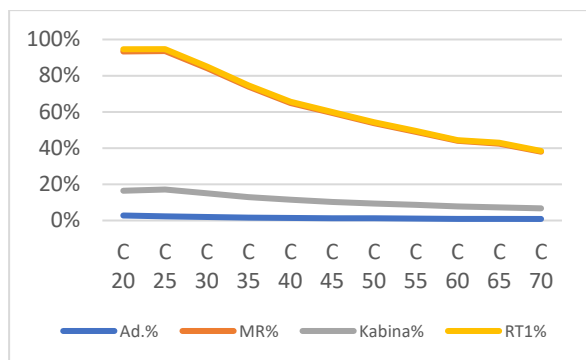
Na grafikonima 229 do 234 grafički su prikazani navedeni rezultati.



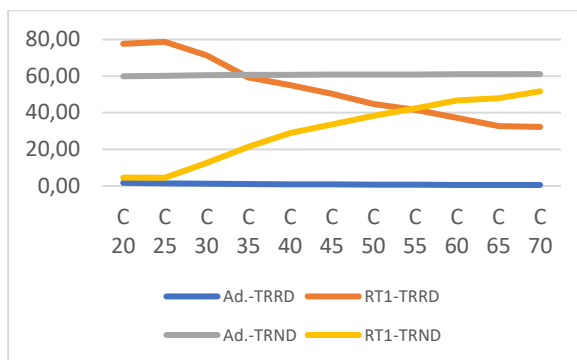
Grafikon 229. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



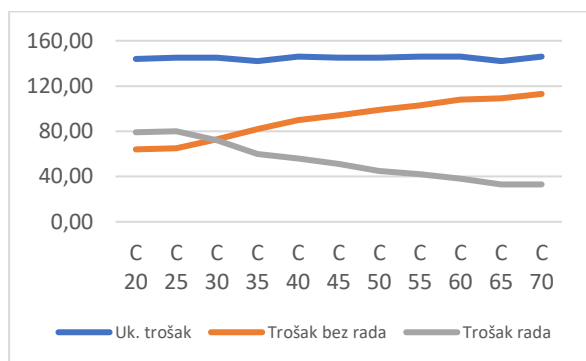
Grafikon 230. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



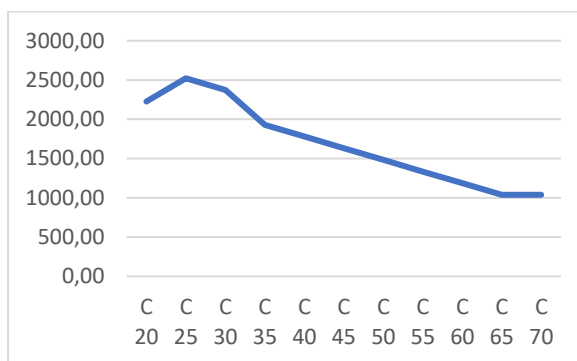
Grafikon 231. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 232. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 233. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 234. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „kralježnica“ počinje se smanjivati na točki C20 i potpuno nestaje na točki C40. Na točki C30 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 85%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se na točki C55, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki C30. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C25.

U idućem koraku konstruiran je usporediv skup simulacijskih scenarija za istu skupinu pretraga, ali uz uključivanje dva radiološka tehnologa u radu dijagnostike, pri čemu su rezultati sažeto prikazani u tablici 63.

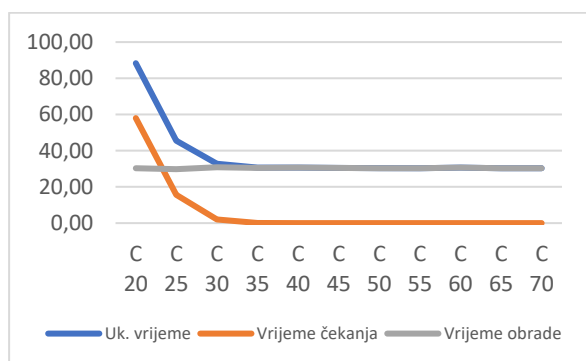
Tablica 63. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa

MR	Uk. trošak	trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	MR%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
C 20	227,00	69,00	158,00	2521,95	88,33	58,01	30,31	25	17	3%	94%	18%	95%	94%	1,74	78,48	77,54	59,86	4,19	5,13
C 25	226,00	71,00	155,00	2670,30	45,46	15,67	29,79	20	18	2%	93%	17%	94%	93%	1,45	77,22	76,36	60,15	5,07	5,93
C 30	228,00	86,00	142,00	2373,60	32,85	2,00	30,85	17	16	2%	84%	16%	85%	84%	1,17	70,71	69,98	60,44	12,42	13,15
C 35	224,00	106,00	118,00	1928,55	30,66	0,15	30,51	14	13	2%	72%	13%	73%	72%	1,01	58,62	57,98	60,59	22,45	23,09
C 40	229,00	123,00	107,00	1780,20	30,58	0,00	30,58	13	12	1%	63%	12%	64%	63%	0,85	53,29	52,76	60,75	30,63	31,17
C 45	226,00	132,00	94,00	1631,85	30,41	0,00	30,41	11	11	1%	57%	10%	58%	57%	0,78	47,02	46,53	60,82	35,19	35,67
C 50	229,00	141,00	88,00	1483,50	30,36	0,00	30,36	10	10	1%	52%	9%	53%	52%	0,71	44,07	43,62	60,89	39,81	40,26
C 55	229,00	150,00	80,00	1335,15	30,39	0,00	30,39	9	9	1%	47%	9%	47%	47%	0,63	39,64	39,24	60,97	44,28	44,68
C 60	229,00	158,00	71,00	1186,80	30,61	0,00	30,61	9	8	1%	42%	8%	42%	42%	0,56	35,48	35,12	61,04	48,44	48,80
C 65	224,00	160,00	64,00	1038,45	30,37	0,00	30,37	8	7	1%	41%	7%	41%	41%	0,56	31,94	31,58	61,04	49,21	49,57
C 70	229,00	168,00	62,00	1038,45	30,37	0,00	30,37	7	7	1%	36%	7%	37%	36%	0,49	30,88	30,56	61,11	53,04	53,36

Izvor: autorica

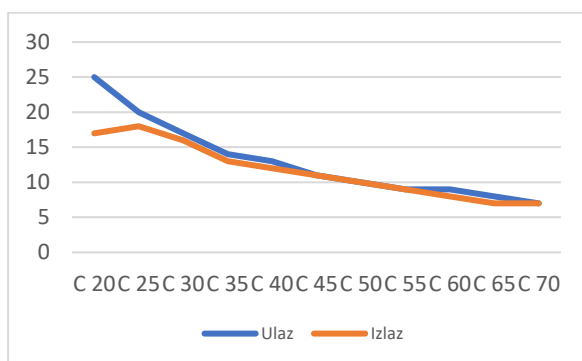
Tablica prikazuje simulaciju prosječnog ishoda MR pretraga za kategoriju „kraljeznica“ tijekom 8-satnog radnog vremena, gdje se pretrage naručuju svakih 5 minuta unutar raspona trajanja od 20 do 70 minuta, s dva radiološka tehnologa u dijagnostici. Ukupni troškovi su relativno stabilni pri različitim vremenskim rasporedima pretraga, dosežući od 224,00 do 229,00 eura kroz simulaciju. Troškovi bez rada rastu s duljim vremenima pretraga, od 69,00 do 168,00 eura, dok troškovi rada opadaju od 158,00 do 62,00 eura. Smanjenje učinkovitosti i zasićenosti kapaciteta resursa očituje se kod administratora i radioloških tehnologa kako se vrijeme narudžbe povećava. Prihod opada s produljenjem narudžbi od 2.670,30 eura na 1.038,45 eura, što upućuje na manju učinkovitost kod dužih narudžbi. Vrijeme čekanja jako varira, s dužim čekanjem za kraće narudžbe i minimalnim čekanjem za duže narudžbe. Vrijeme obrade postupno raste s duljim narudžbama, no ostaje prosječno konzistentno. Broj ulazaka i izlazaka pacijenata opada s povećanjem trajanja narudžbi, što pokazuje kako duže narudžbe smanjuju kapacitet, smanjujući broj ulazaka u proces s 25 na 7 te izlazaka pacijenata s 17 na 7. Zauzetost resursa opada s duljim narudžbama, što odražava manju iskorištenost opreme i prostora, pri čemu RT1 postotak opada od 95% do 37%, RT2 s 94% na 36% te MR s 94% na 36%.

Na grafikonima 235 do 240 grafički su prikazani navedeni rezultati.



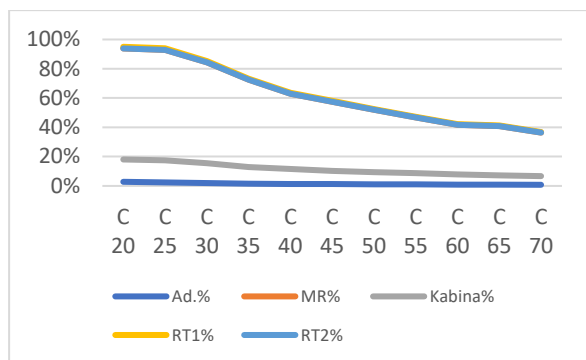
Grafikon 235. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju kraljeznica, s 2 radiološka tehnologa

Izvor: autorica

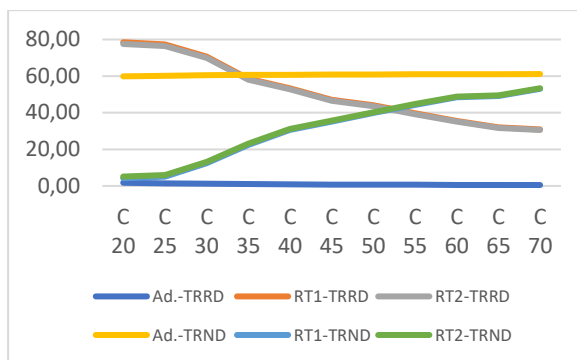


Grafikon 236. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju kraljeznica, s 2 radiološka tehnologa

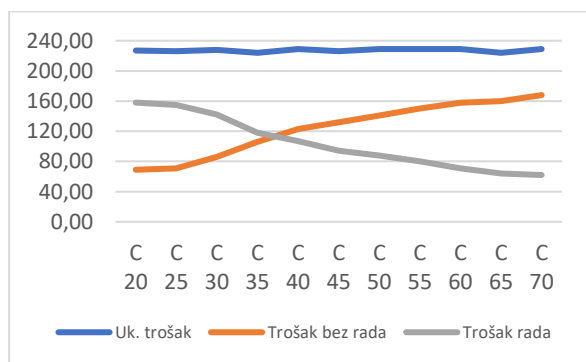
Izvor: autorica



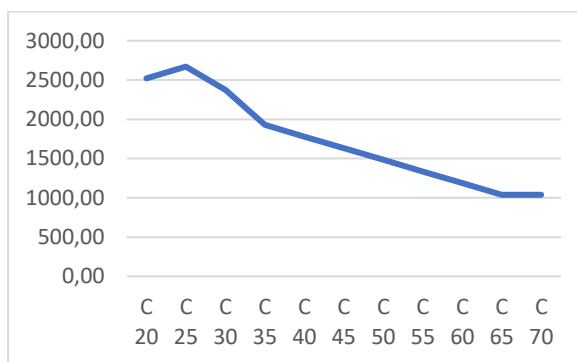
Grafikon 237. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 238. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 239. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 240. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata za kategoriju „kralježnica“ počinje se smanjivati na točki C25 te potpuno nestaje na točki C40. Na točki C30 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 85%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se između točki C50 i C55, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točki C35 i C40. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C25.

6.4.13. Simulacijski eksperiment – MR pretraga za kategoriju muskuloskelet

Za kategoriju muskuloskelet provedeni su simulacijski eksperimenti s različitim vremenima naručivanja pacijenata, pri čemu je interval dolazaka varirao od 20 do 70 minuta, u koracima

od 5 minuta. U prvom koraku izrađen je niz simulacijskih scenarija s jednim radiološkim tehnologom tijekom osmosatnog radnog vremena. Dobiveni rezultati prikazani su u tablici 64.

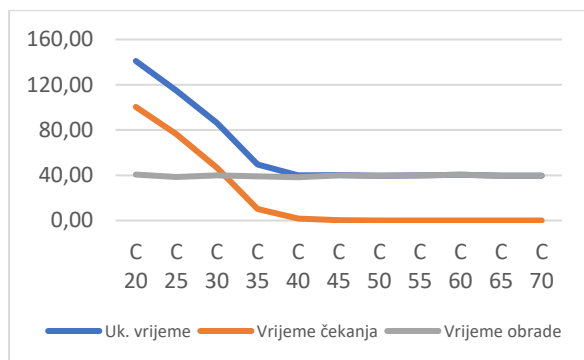
Tablica 64. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom

MR	Uk. trošak	trošak bez rad	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrad	Ulaz	Izlaz	Ad.%	MR%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
C 20	143,00	63,00	80,00	1483,50	140,99	100,40	40,59	25	10	3%	94%	15%	96%	1,75	78,61	59,85	3,19
C 25	144,00	64,00	80,00	1780,20	114,82	76,34	38,49	20	12	2%	93%	15%	95%	1,41	78,56	60,19	3,72
C 30	144,00	65,00	79,00	1780,20	86,19	46,73	39,86	17	12	2%	93%	14%	95%	1,13	77,98	60,47	4,30
C 35	145,00	67,00	78,00	1928,55	49,44	10,29	39,15	14	13	2%	91%	14%	93%	1,03	76,93	60,57	6,09
C 40	145,00	76,00	69,00	1780,20	39,85	1,60	38,26	13	12	1%	81%	12%	82%	0,86	68,27	60,74	15,22
C 45	142,00	80,00	63,00	1483,50	40,26	0,25	40,01	11	10	1%	76%	11%	77%	0,78	61,76	60,82	18,99
C 50	142,00	86,00	56,00	1483,50	39,55	0,00	39,55	10	10	1%	69%	10%	70%	0,74	55,03	60,86	25,45
C 55	145,00	91,00	54,00	1335,15	39,83	0,00	39,83	9	9	1%	63%	9%	64%	0,67	53,43	60,93	29,89
C 60	146,00	96,00	49,00	1186,80	40,40	0,00	40,40	9	8	1%	57%	8%	58%	0,59	48,75	61,01	35,17
C 65	143,00	99,00	44,00	1038,45	39,73	0,00	39,73	8	7	1%	53%	8%	54%	0,59	43,12	61,01	38,32
C 70	146,00	103,00	42,00	1038,45	39,73	0,00	39,73	7	7	1%	49%	7%	50%	0,52	41,92	61,08	42,00

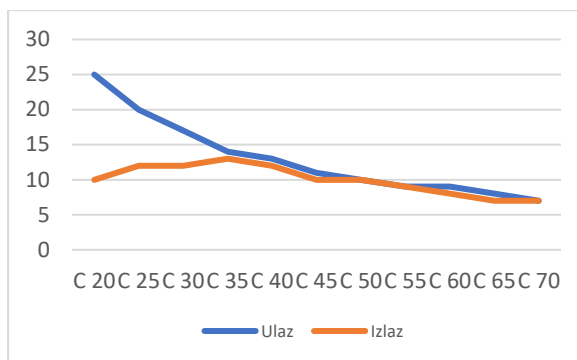
Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda MR pretraga za kategoriju „muskuloskelet“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju u razmacima od 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage je između 20 i 70 minuta, uz angažman jednog radiološkog tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi ostaju razmjerno ujednačeni kroz sve analizirane scenarije te se kreću od 142,00 do 146,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa povećava se s produljenjem trajanja pretraga, od 63,00 do 103,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 80,00 na 42,00 eura. Povećanje vremena između narudžbi dovodi do pada učinkovitosti i slabijeg iskorištenja kapaciteta resursa, osobito administratora i radioloških tehnologa. Prihod se s duljim trajanjem narudžbi smanjuje s 1.928,55 eura na 1.038,45 eura, što upućuje na nižu operativnu učinkovitost pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje velika odstupanja – dulje je kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s produljenjem trajanja narudžbi postupno povećava, ali u prosjeku ostaje stabilno. Istodobno se smanjuje i broj pacijenata koji prolaze kroz sustav: broj ulazaka opada s 25 na 7, a broj izlazaka s 13 na 7, što potvrđuje da dulje narudžbe reduciraju kapacitet sustava. Uočen je i pad iskorištenosti resursa – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) opada s 96% na 50%, a MR uređaja s 94% na 49%, što odražava slabiju uporabu opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

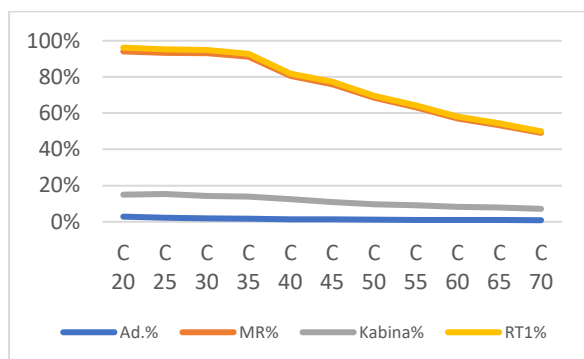
Na grafikonima 241 do 246 grafički su prikazani navedeni rezultati.



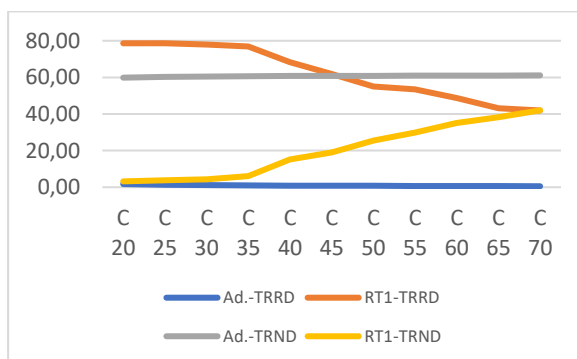
Grafikon 241. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



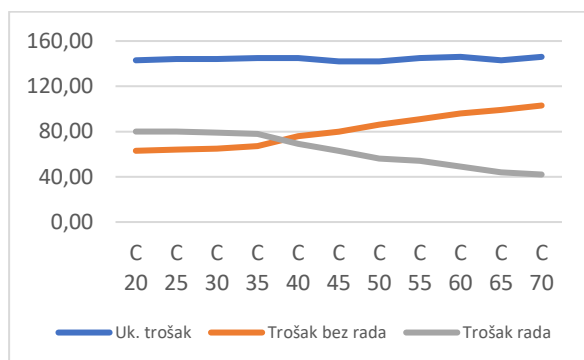
Grafikon 242. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



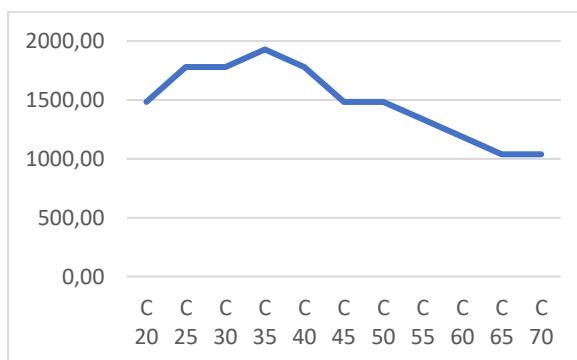
Grafikon 243. Udio vremena iskorisćenosti resursa za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 244. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 245. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 246. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „muskuloskelet“ počinje se smanjivati na točki C30 i potpuno nestaje na točki C50. Na točki C35 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 85%. Najbolja financijska iskoristivost

radiološkog tehnologa nalazi se na točki C70, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točki C35 i C40. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C35.

U sljedećoj fazi izrađen je analogan skup simulacijskih eksperimenata za istu kategoriju pretraga, ali uz angažman dvaju radioloških tehnologa. Rezultati ovog scenarija prikazani su u tablici 65.

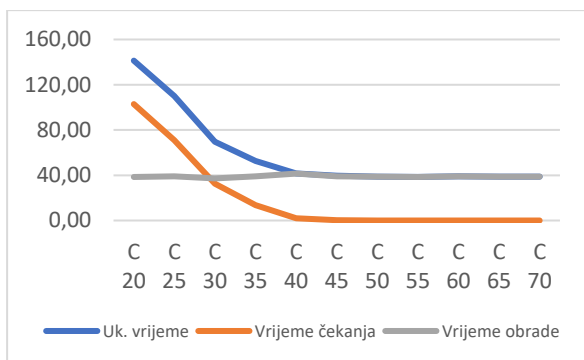
Tablica 65. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa

MR	Uk. trošak	trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	MR%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
C 20	225,00	67,00	158,00	1780,20	141,29	102,89	38,41	25	12	3%	95%	15%	97%	95%	1,72	78,91	77,11	59,88	2,74	4,54
C 25	225,00	69,00	155,00	1780,20	110,16	71,01	39,15	20	12	2%	94%	15%	95%	94%	1,48	77,61	76,08	60,12	3,91	5,45
C 30	225,00	73,00	152,00	1928,55	69,63	32,43	37,20	17	13	2%	92%	14%	94%	92%	1,19	76,11	74,69	60,41	5,42	6,86
C 35	226,00	76,00	150,00	1928,55	52,65	13,57	39,09	14	13	2%	90%	14%	92%	90%	1,06	74,97	73,64	60,54	7,01	8,34
C 40	227,00	88,00	140,00	1780,20	41,46	2,05	41,46	13	12	1%	83%	12%	85%	83%	0,90	69,98	68,83	60,70	12,96	14,10
C 45	223,00	103,00	120,00	1483,50	39,50	0,36	39,14	11	10	1%	74%	11%	75%	74%	0,80	59,97	58,93	60,80	20,59	21,64
C 50	223,00	116,00	108,00	1335,15	38,69	0,00	38,69	10	9	1%	67%	10%	68%	67%	0,71	53,91	52,97	60,89	26,98	27,92
C 55	228,00	125,00	103,00	1335,15	38,52	0,00	38,52	9	9	1%	61%	9%	62%	61%	0,63	51,57	50,72	60,97	31,78	32,63
C 60	229,00	136,00	93,00	1186,80	38,99	0,00	38,99	9	8	1%	55%	8%	56%	55%	0,56	46,76	46,00	61,04	37,16	37,92
C 65	224,00	141,00	83,00	1038,45	38,70	0,00	38,70	8	7	1%	52%	8%	53%	52%	0,56	41,66	40,89	61,04	39,49	40,26
C 70	229,00	148,00	81,00	1038,45	38,70	0,00	38,70	7	7	1%	48%	7%	48%	48%	0,48	40,69	40,02	61,11	43,23	43,90

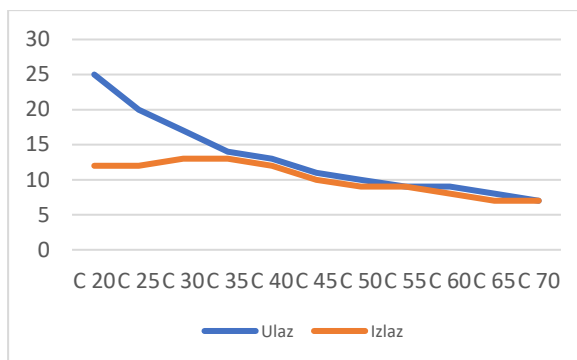
Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda MR pretraga za kategoriju „muskuloskelet“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju u razmacima od 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se od 20 do 70 minuta, uz sudjelovanje dva radiološka tehnologa u dijagnostici. Ukupni troškovi pritom ostaju razmjerno ujednačeni u svim promatranim scenarijima te se kreću od 223,00 do 229,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa raste s produljenjem trajanja pretraga, od 67,00 do 148,00 eura, dok se trošak radnog dijela postupno smanjuje sa 158,00 na 81,00 eura. Povećanjem intervala između narudžbi dolazi do pada učinkovitosti i slabijeg iskorištenja kapaciteta resursa, posebno kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se pri duljim narudžbama smanjuje s 1.928,55 eura na 1.038,45 eura, što ukazuje na nižu operativnu učinkovitost sustava. Vrijeme čekanja pokazuje izražene oscilacije – znatno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s produženjem trajanja narudžbi postupno produljuje, ali prosječno ostaje relativno stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: ulaz se smanjuje s 25 na 7, a izlaz s 12 na 7, što potvrđuje da duže narudžbe reduciraju kapacitet sustava. Uočen je i pad iskorištenosti resursa – zauzetost RT1 opada s 97% na 48%, RT2 s 95% na 48%, a MR uređaja s 95% na 48%, što odražava smanjenu uporabu opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

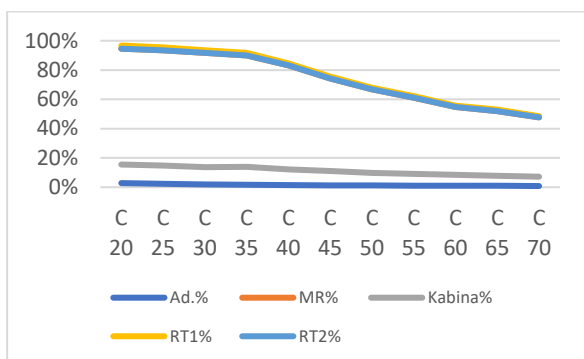
Na grafikonima 247 do 252 grafički su prikazani navedeni rezultati.



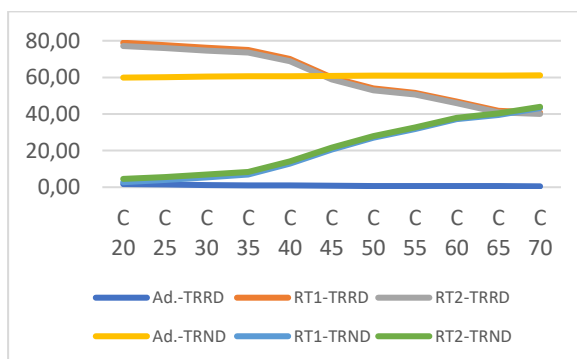
Grafikon 247. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



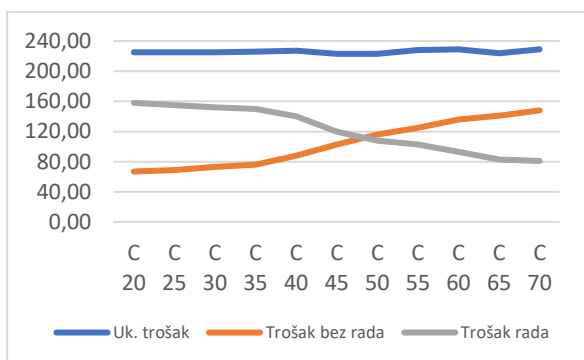
Grafikon 248. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



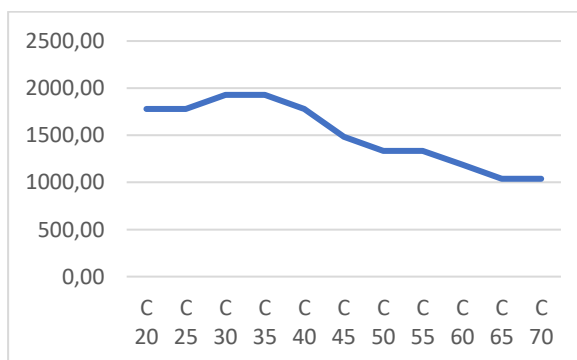
Grafikon 249. Udio vremena iskorisćenosti resursa za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 250. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 251. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 252. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata za kategoriju „muskuloskelet“ počinje se smanjivati na točki C30 te potpuno nestaje na točki C50. Na točki C35 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 85%. Najbolja financijska iskoristivost

radiološkog tehnologa nalazi se između točki C45 i C50, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točki C45 i C50. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C35.

6.4.14. Simulacijski eksperiment – MR pretraga za kategoriju angiografija

Za kategoriju angiografija provedeni su simulacijski eksperimenti u kojima se vrijeme naručivanja pacijenata postupno mijenjalo, tako da su termini dolazaka bili postavljeni od 20 do 70 minuta, s razmakom od 5 minuta između pojedinih scenarija. U početnoj varijanti modela analiziran je rad s jednim radiološkim tehnologom tijekom osmosatne smjene, a dobiveni rezultati prikazani su u tablici 66.

Tablica 66. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom

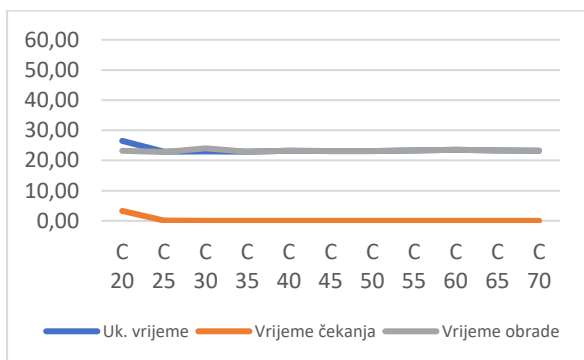
MR	Uk. trošak	trošak bez rad	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrad	Ulaz	Izlaz	Ad.%	MR%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
C 20	144,00	68,00	76,00	3412,05	26,51	3,29	23,22	25	23	3%	88%	22%	91%	1,71	74,63	59,89	7,88
C 25	145,00	84,00	61,00	2818,65	22,92	0,11	22,80	20	19	2%	69%	17%	72%	1,46	59,87	60,14	23,89
C 30	146,00	94,00	52,00	2373,60	23,00	0,00	24,04	17	16	2%	59%	14%	61%	1,17	50,80	60,43	33,12
C 35	145,00	100,00	45,00	2076,90	22,93	0,00	22,93	14	14	2%	51%	12%	53%	0,01	44,44	60,59	39,43
C 40	146,00	106,00	39,00	1780,20	23,17	0,00	23,17	13	12	1%	44%	11%	46%	0,87	38,52	60,73	45,40
C 45	146,00	109,00	36,00	1631,85	23,16	0,00	23,16	11	11	1%	41%	10%	42%	0,80	35,27	60,80	48,65
C 50	146,00	113,00	33,00	1483,50	23,10	0,00	23,10	10	10	1%	37%	9%	38%	0,74	31,97	60,86	51,95
C 55	146,00	116,00	30,00	1335,15	23,33	0,00	23,33	9	9	1%	34%	8%	35%	0,67	29,06	60,93	54,87
C 60	146,00	119,00	27,00	1186,80	23,54	0,00	23,54	9	8	1%	30%	7%	31%	0,59	26,10	61,01	57,82
C 65	146,00	119,00	27,00	1186,80	23,32	0,00	23,32	8	8	1%	30%	7%	31%	0,59	26,09	61,01	57,82
C 70	146,00	122,00	23,00	1038,45	23,27	0,00	23,27	7	7	1%	26%	6%	27%	0,52	22,54	61,08	61,38

Izvor: autorica

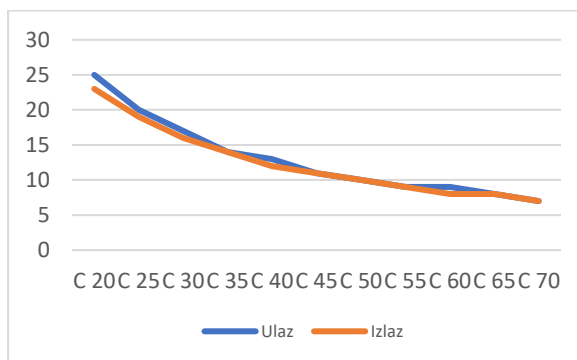
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda MR pretraga za kategoriju „angiografija“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage zakazuju svakih 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se od 20 do 70 minuta, uz angažman jednog radiološkog tehnologa u dijagnostici. Ukupni troškovi u svim analiziranim varijantama ostaju približno jednaki te se kreću od 144,00 do 146,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa raste s produljenjem trajanja pretraga, od 68,00 do 122,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 76,00 na 23,00 eura. Produljenje vremena između narudžbi dovodi do pada učinkovitosti i smanjenja popunjenosti kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se pritom smanjuje s 3.412,05 eura na 1.038,45 eura, što ukazuje na slabiju učinkovitost sustava kod duljih narudžbi. Vrijeme čekanja pokazuje izrazite oscilacije – znatno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je za duže gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s povećanjem trajanja narudžbi postupno produljuje, ali prosječno ostaje stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: ulaz opada s 25

na 7, a izlaz s 23 na 7, što potvrđuje da duže narudžbe reduciraju kapacitet sustava. U skladu s tim, smanjuje se i iskorištenost resursa – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) pada s 91% na 27%, a MR uređaja s 88% na 26%, što odražava slabiju uporabu opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

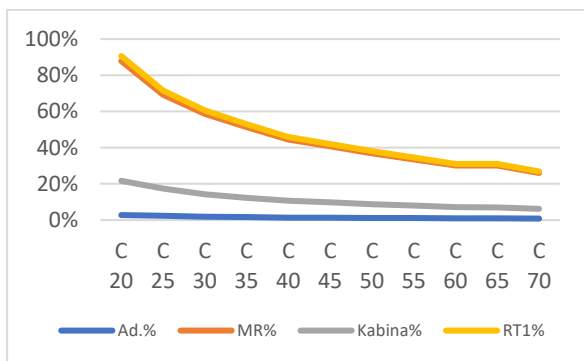
Na grafikonima 253 do 258 grafički su prikazani navedeni rezultati.



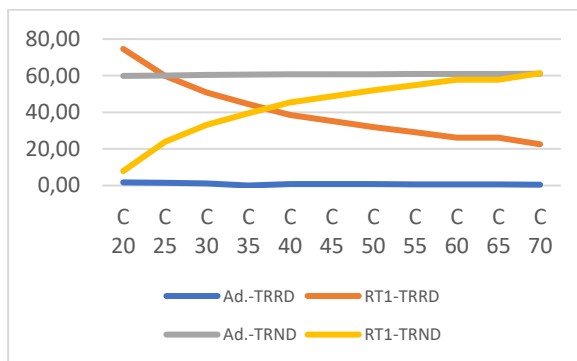
Grafikon 253. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



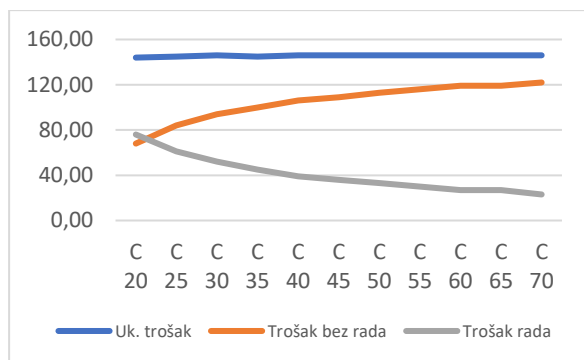
Grafikon 254. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



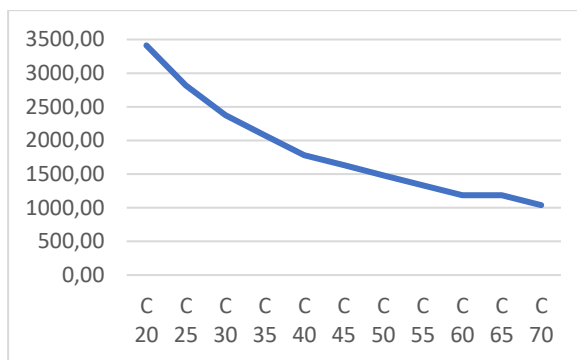
Grafikon 255. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 256. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 257. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 258. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „angiografija“ počinje se smanjivati na točki C25 i potpuno nestaje na točki C30. Na točki C25 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 85%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se između točki C35 i C40, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točki C20 i C25. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C20.

U idućem koraku konstruiran je usporediv skup simulacijskih scenarija za istu skupinu pretraga, ali uz uključivanje dva radiološka tehnologa u radu dijagnostike, pri čemu su rezultati sažeto prikazani u tablici 67.

Tablica 67. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa

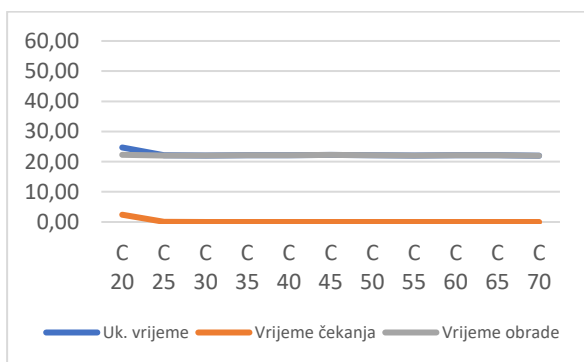
MR	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	Vrijeme čekanja	Vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad. %	MR%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
C 20	227,00	85,00	141,00	3560,40	24,70	2,42	22,28	25	24	3%	83%	21%	86%	83%	1,75	70,86	68,56	59,85	11,60	13,91
C 25	229,00	115,00	114,00	2818,65	22,09	0,05	22,04	20	19	2%	66%	17%	68%	66%	1,46	57,24	55,30	60,14	26,50	28,44
C 30	229,00	134,00	96,00	2373,60	22,00	0,00	22,00	17	16	2%	55%	14%	57%	55%	1,14	48,11	46,56	60,46	35,81	37,36
C 35	229,00	145,00	84,00	2076,90	22,10	0,00	22,10	14	14	2%	49%	12%	50%	49%	1,01	42,37	41,01	60,59	41,55	42,91
C 40	229,00	157,00	72,00	1780,20	22,16	0,00	22,16	13	12	1%	42%	11%	43%	42%	0,85	36,32	35,19	60,75	47,60	48,72
C 45	229,00	163,00	66,00	1631,85	22,21	0,00	22,21	11	11	1%	39%	10%	40%	39%	0,78	33,37	32,34	60,82	50,55	51,58
C 50	229,00	169,00	60,00	1483,50	22,08	0,00	22,08	10	10	1%	35%	9%	36%	35%	0,71	30,14	29,20	60,89	53,78	54,72
C 55	229,00	176,00	54,00	1335,15	22,01	0,00	22,01	9	9	1%	31%	8%	32%	31%	0,63	27,02	26,17	60,97	56,90	57,75
C 60	229,00	181,00	48,00	1186,80	22,16	0,00	22,16	9	8	1%	28%	7%	29%	28%	0,56	24,17	23,41	61,04	59,75	60,51
C 65	229,00	181,00	48,00	1186,80	22,08	0,00	22,08	8	8	1%	28%	7%	29%	28%	0,56	24,17	23,41	61,04	59,75	60,51
C 70	229,00	188,00	42,00	1038,45	21,97	0,00	21,97	7	7	1%	24%	6%	25%	24%	0,49	21,02	20,36	61,11	62,90	63,56

Izvor: autorica

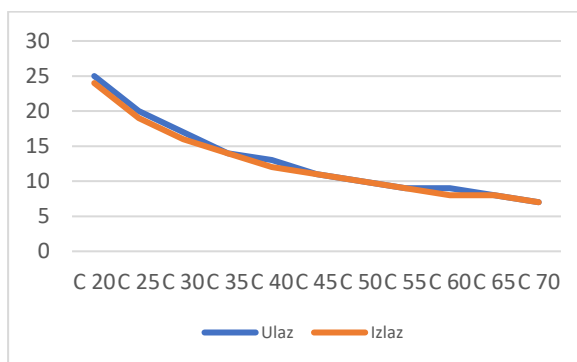
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda MR pretraga za kategoriju „angiografija“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju u razmacima od 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se između 20 i 70 minuta, uz angažman dva radiološka tehnologa u dijagnostici. Ukupni troškovi pritom ostaju razmjerno ujednačeni kroz sve analizirane scenarije te se kreću od 227,00 do 229,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa

raste s produljenjem trajanja pretraga, od 85,00 do 188,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje sa 141,00 na 42,00 eura. Povećanje vremena između narudžbi dovodi do pada učinkovitosti i slabijeg iskorištenja kapaciteta resursa, osobito administratora i radioloških tehnologa. Prihod se s produljenjem narudžbi smanjuje s 3.560,40 eura na 1.038,45 eura, što ukazuje na osjetan pad učinkovitosti pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje velika odstupanja – znatno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s porastom trajanja narudžbi postupno produžuje, ali prosječno ostaje stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: broj ulazaka opada s 25 na 7, a broj izlazaka s 24 na 7, što potvrđuje da dulje narudžbe reduciraju kapacitet sustava. U skladu s tim opada i iskorištenost resursa – zauzetost RT1 pada s 86% na 25%, RT2 s 83% na 24%, a MR uređaja s 83% na 24%, što odražava slabiju uporabu opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

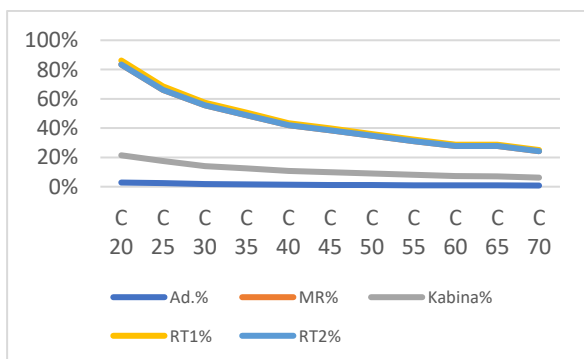
Na grafikonima 259 do 264 grafički su prikazani navedeni rezultati.



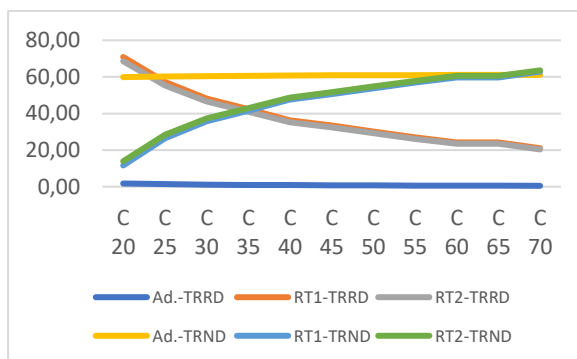
Grafikon 259. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



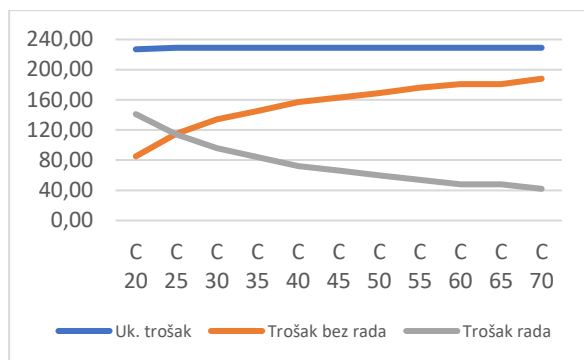
Grafikon 260. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



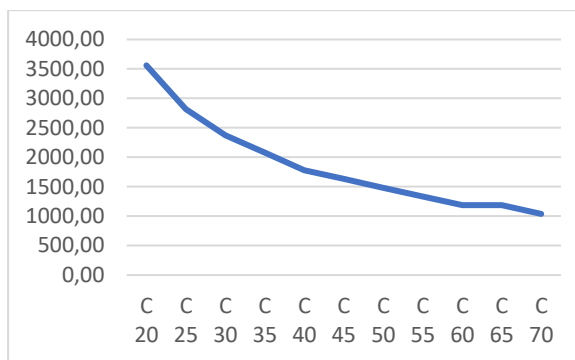
Grafikon 261. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 262. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 263. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 264. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata za kategoriju „angiografija“ počinje se smanjivati na točki C25 te potpuno nestaje na točki C30. Na točki C20 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se na točki C35, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki C25. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C20.

6.4.15. Simulacijski eksperiment – MR pretraga za kategoriju dojke

Za kategoriju dojke provedeni su simulacijski eksperimenti s različitim vremenima naručivanja pacijenata, pri čemu je interval dolazaka varirao od 20 do 70 minuta, u koracima od 5 minuta. U prvom koraku izrađen je niz simulacijskih scenarija s jednim radiološkim tehnologom tijekom osmosatnog radnog vremena. Dobiveni rezultati prikazani su u tablici 68.

Tablica 68. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju dojke, s 1 radiološkim tehnologom

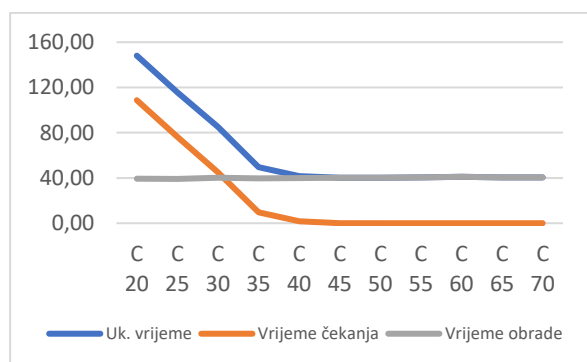
MR	Uk. trošak	trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	nijeme čekanje	vrijeme obrad	Ulaz	Izlaz	Ad.%	MR%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
C 20	145,00	64,00	80,00	2446,51	148,11	108,72	39,39	25	11	3%	93%	15%	95%	1,71	78,75	59,89	4,34
C 25	144,00	65,00	79,00	2446,51	115,65	76,51	39,14	20	11	2%	92%	15%	94%	1,40	77,10	60,20	5,11
C 30	144,00	66,00	79,00	2668,92	85,18	44,96	40,22	17	12	2%	92%	15%	94%	1,17	77,52	60,43	5,11
C 35	144,00	66,00	78,00	2891,33	49,54	9,79	39,74	14	13	2%	92%	16%	94%	1,01	77,36	60,59	5,04
C 40	145,00	74,00	71,00	2668,92	41,64	1,81	39,89	13	12	1%	83%	14%	85%	0,84	70,49	60,76	12,89
C 45	142,00	80,00	62,00	2224,10	40,30	0,06	40,25	11	10	1%	75%	12%	77%	0,80	60,97	60,77	19,53
C 50	142,00	86,00	56,00	2224,10	40,21	0,00	40,21	10	10	1%	69%	11%	70%	0,74	55,25	60,86	25,38
C 55	145,00	91,00	55,00	2001,69	40,53	0,00	40,53	9	9	1%	63%	10%	65%	0,67	54,08	60,93	29,78
C 60	146,00	96,00	49,00	1779,28	41,03	0,00	41,03	9	8	1%	57%	9%	58%	0,59	48,70	61,01	35,22
C 65	143,00	99,00	44,00	1556,87	40,54	0,00	40,54	8	7	1%	54%	9%	55%	0,59	43,46	61,01	38,06
C 70	146,00	103,00	43,00	1556,87	40,54	0,00	40,54	7	7	1%	49%	8%	50%	0,52	42,04	61,08	41,88

Izvor: autorica

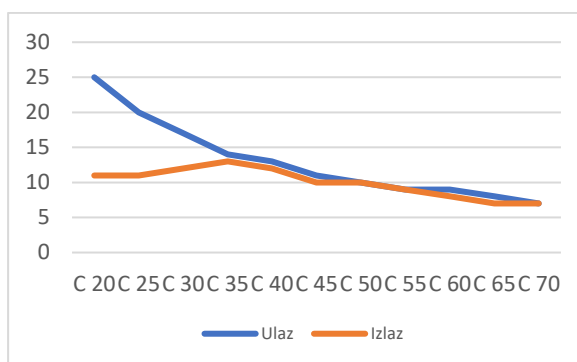
Tablica prikazuje simulaciju prosječnog ishoda MR pretraga za kategoriju „dojke“ tijekom 8-satnog radnog vremena, gdje se pretrage naručuju svakih 5 minuta unutar raspona trajanja od

20 do 70 minuta, s jednim radiološkim tehnologom u dijagnostici. Ukupni troškovi su relativno stabilni pri različitim vremenskim rasporedima pretraga, dosežući od 142,00 do 146,00 eura kroz simulaciju. Troškovi bez rada rastu s duljim vremenima pretraga, od 64,00 do 103,00 eura, dok troškovi rada opadaju od 80,00 do 43,00 eura. Smanjenje učinkovitosti i zasićenosti kapaciteta resursa očituje se kod administratora i radioloških tehnologa kako se vrijeme narudžbe povećava. Prihod opada s produljenjem narudžbi od 2.668,92 eura na 1.556,87 eura, što upućuje na manju učinkovitost kod dužih narudžbi. Vrijeme čekanja jako varira, s dužim čekanjem za kraće narudžbe i minimalnim čekanjem za duže narudžbe. Vrijeme obrade postupno raste s duljim narudžbama, no ostaje prosječno konzistentno. Broj ulazaka i izlazaka pacijenata opada s povećanjem trajanja narudžbi, što pokazuje kako duže narudžbe smanjuju kapacitet, smanjujući broj ulazaka u proces s 25 na 7 te izlazaka pacijenata s 13 na 7. Zauzetost resursa opada s duljim narudžbama, što odražava manju iskorištenost opreme i prostora, pri čemu RT postotak opada od 95% do 50% te MR s 93% na 49%.

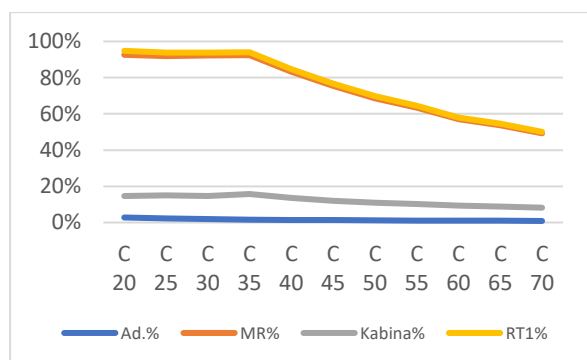
Na grafikonima 265 do 270 grafički su prikazani navedeni rezultati.



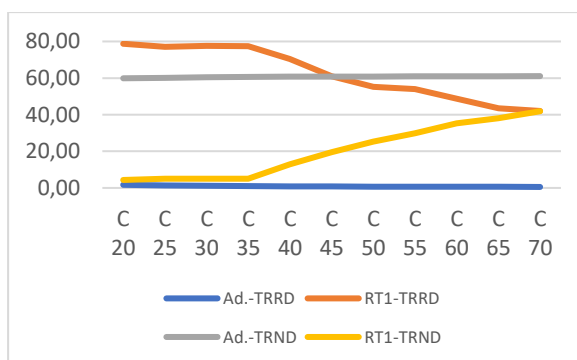
Grafikon 265. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju dojke, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 266. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju dojke, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

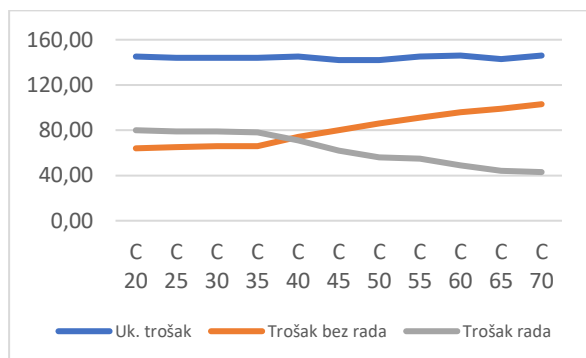


Grafikon 267. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju dojke, s 1 radiološkim tehnologom

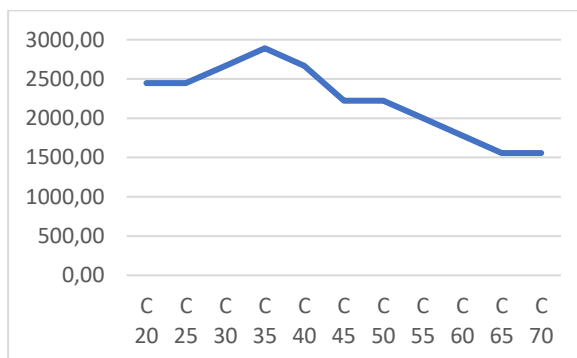


Grafikon 268. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju dojke, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Izvor: autorica



Grafikon 269. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju dojke, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 270. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju dojke, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata u kategoriji „dojke“ počinje se smanjivati na točki C35 i potpuno nestaje na točki C50. Na točki C35 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 90%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se na točki C70, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki C40. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C35.

U sljedećoj fazi izrađen je analogan skup simulacijskih eksperimenata za istu kategoriju pretraga, ali uz angažman dvaju radioloških tehnologa. Rezultati ovog scenarija prikazani su u tablici 69.

Tablica 69. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju dojke, s 2 radiološka tehnologa

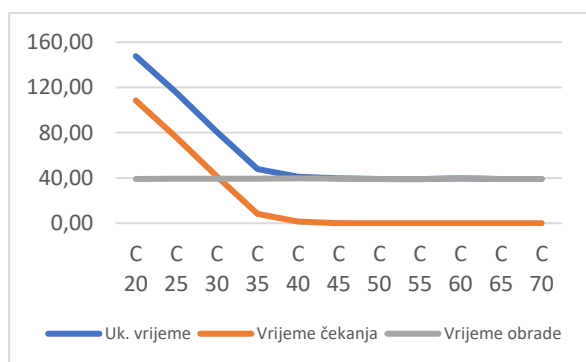
MR	Uk. trošak	Trošak bez rada	Trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekan	vrijeme obrad	Ulaz	Izlaz	Ad.%	MR%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
C 20	227,00	69,00	158,00	2446,51	147,65	108,50	39,16	25	11	3%	93%	16%	96%	93%	1,74	79,08	77,23	59,86	3,68	5,53
C 25	225,00	72,00	154,00	2668,92	115,36	75,90	39,45	20	12	2%	92%	16%	94%	92%	1,43	76,98	75,47	60,17	4,91	6,42
C 30	226,00	74,00	152,00	2891,33	80,70	41,43	39,27	17	13	2%	91%	16%	93%	91%	1,18	76,16	74,75	60,42	5,85	7,27
C 35	227,00	74,00	153,00	2891,33	47,76	8,29	39,48	14	13	2%	91%	15%	93%	91%	1,05	76,55	75,21	60,55	6,02	7,36
C 40	228,00	89,00	139,00	2668,92	41,09	1,44	39,65	13	12	1%	82%	14%	84%	82%	0,88	69,61	68,49	60,72	13,80	14,92
C 45	223,00	104,00	119,00	2224,10	39,51	0,16	39,36	11	10	1%	74%	12%	75%	74%	0,78	59,39	58,36	60,82	21,21	22,24
C 50	222,00	116,00	106,00	2001,69	39,21	0,00	39,21	10	9	1%	67%	11%	68%	67%	0,71	53,19	52,24	60,89	27,12	28,06
C 55	229,00	126,00	104,00	2001,69	38,99	0,00	38,99	9	9	1%	61%	10%	62%	61%	0,63	51,98	51,13	60,97	31,94	32,78
C 60	229,00	137,00	93,00	1779,28	39,51	0,00	39,51	9	8	1%	55%	9%	55%	55%	0,56	46,55	45,78	61,04	37,37	38,13
C 65	224,00	141,00	83,00	1556,87	39,18	0,00	39,18	8	7	1%	52%	9%	53%	52%	0,56	41,69	40,92	61,04	39,59	40,35
C 70	229,00	149,00	81,00	1556,87	39,18	0,00	39,18	7	7	1%	47%	8%	48%	47%	0,49	40,48	39,82	61,11	43,44	44,10

Izvor: autorica

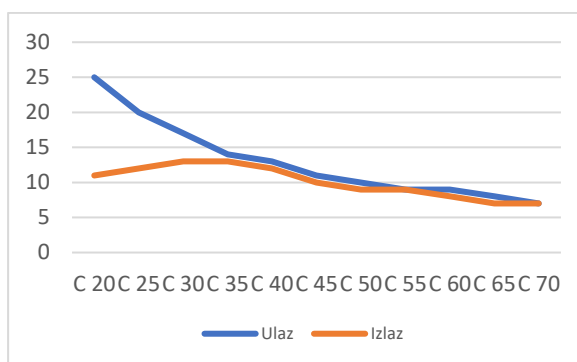
Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda MR pretraga za kategoriju „dojke“ tijekom jedne osmosatne smjene, u kojoj se pretrage naručuju u razmacima od 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se između 20 i 70 minuta, uz angažman dva radiološka tehnologa na dijagnostici. Ukupni troškovi u svim promatranim vremenskim scenarijima

ostaju razmjerno ujednačeni te se kreću od 222,00 do 229,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa porastom trajanja pretraga povećava se s 69,00 na 149,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje sa 158,00 na 81,00 eura. S produljenjem vremena između narudžbi dolazi do pada učinkovitosti i niže razine iskorištenosti kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se pritom smanjuje s 2.891,33 eura na 1.556,87 eura, što upućuje na slabiju učinkovitost sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje izražene oscilacije – znatno je dulje za kraće narudžbe, dok je za dulje narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade se s produljenjem trajanja narudžbi postupno povećava, ali u prosjeku ostaje stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz sustava: broj ulazaka opada s 25 na 7, a broj izlazaka s 13 na 7, što potvrđuje da dulje narudžbe reduciraju kapacitet sustava. Uočen je i pad iskorištenosti resursa – zauzetost RT1 smanjuje se s 96% na 48%, RT2 s 93% na 47%, a MR uređaja s 93% na 47%, što odražava slabiju uporabu opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

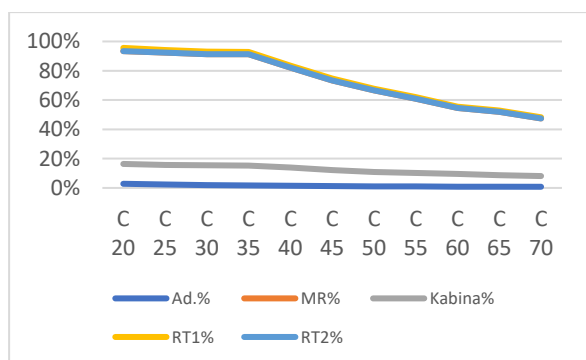
Na grafikonima 271 do 276 grafički su prikazani navedeni rezultati.



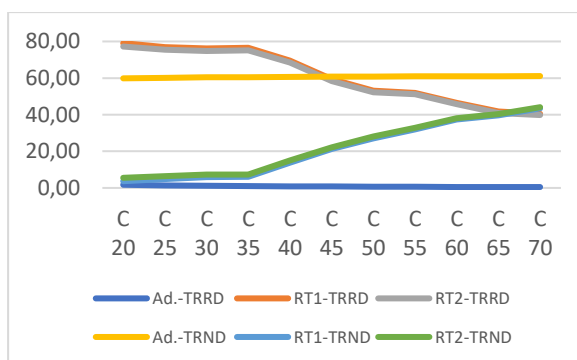
Grafikon 271. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju dojke, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 272. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju dojke, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

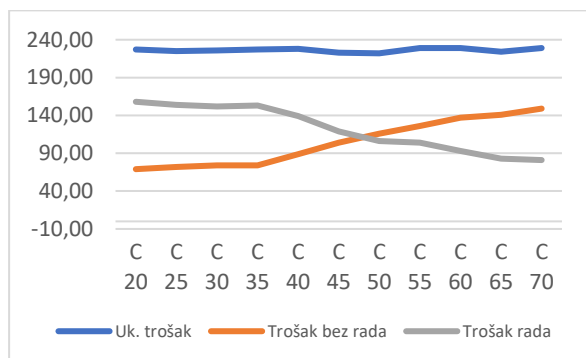


Grafikon 273. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju dojke, s 2 radiološka tehnologa

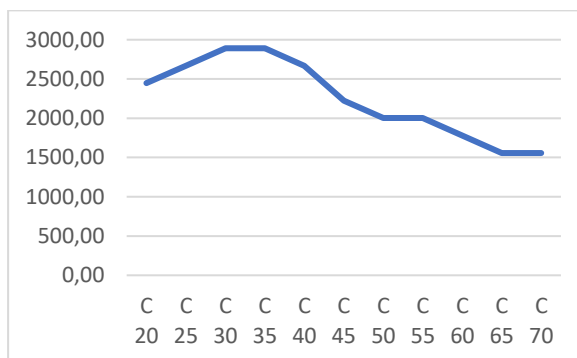


Grafikon 274. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju dojke, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Izvor: autorica



Grafikon 275. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju dojke, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 276. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju dojke, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata za kategoriju „dojke“ počinje se smanjivati na točki C30 te potpuno nestaje na točki C50. Na točki C35 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se na točki C65, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točki C40 i C50. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C35.

6.4.16. Simulacijski eksperiment – MR pretraga za kategoriju sve pretrage

Za kategoriju sve pretrage provedeni su simulacijski eksperimenti u kojima se vrijeme naručivanja pacijenata postupno mijenjalo, tako da su termini dolazaka bili postavljeni od 20 do 70 minuta, s razmakom od 5 minuta između pojedinih scenarija. U početnoj varijanti modela analiziran je rad s jednim radiološkim tehnologom tijekom osmosatne smjene, a dobiveni rezultati prikazani su u tablici 70.

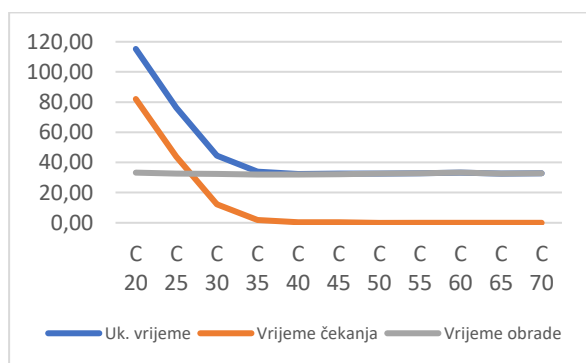
Tablica 70. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom

MR	Uk. trošak	trošak bez rada	trošak rada	Prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	MR%	Kabina%	RT1%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND
C 20	144,00	64,00	80,00	2076,90	115,24	82,05	33,18	25	14	3%	93%	16%	95%	1,76	78,52	59,84	4,31
C 25	144,00	65,00	79,00	2373,60	76,44	43,90	32,54	20	16	2%	92%	16%	94%	1,41	77,29	60,19	5,17
C 30	145,00	70,00	75,00	2373,60	44,50	12,19	32,31	17	16	2%	87%	15%	88%	1,17	73,48	60,43	9,91
C 35	143,00	79,00	64,00	1928,55	33,97	1,90	32,07	14	13	2%	76%	13%	78%	1,01	62,74	60,59	18,80
C 40	146,00	89,00	57,00	1780,20	32,33	0,32	32,01	13	12	1%	66%	12%	67%	0,86	56,15	60,74	27,77
C 45	145,00	93,00	52,00	1631,85	32,56	0,26	32,30	11	11	1%	61%	10%	62%	0,81	51,33	60,79	31,78
C 50	145,00	97,00	47,00	1483,50	32,55	0,01	32,54	10	10	1%	56%	9%	56%	0,74	46,39	60,86	36,56
C 55	145,00	101,00	44,00	1335,15	32,77	0,00	32,77	9	9	1%	51%	9%	52%	0,67	42,90	60,93	40,54
C 60	146,00	106,00	40,00	1186,80	33,28	0,00	33,28	9	8	1%	46%	8%	47%	0,59	39,10	61,01	44,82
C 65	144,00	107,00	37,00	1186,80	32,73	0,00	32,73	8	8	1%	44%	8%	45%	0,59	35,94	61,01	46,44
C 70	146,00	111,00	34,00	1038,45	32,90	0,00	32,90	7	7	1%	40%	7%	40%	0,52	33,79	61,08	50,13

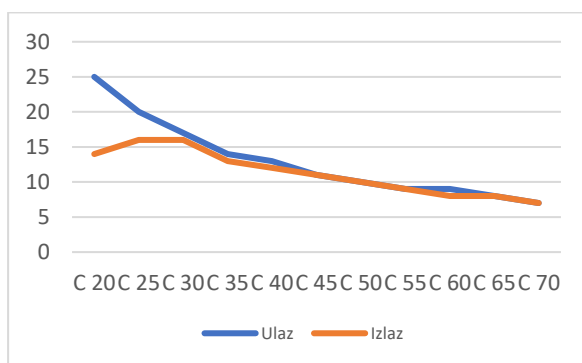
Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda za „sve kategorije MR pretraga“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju u razmacima od 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage kreće se između 20 i 70 minuta, uz angažman jednog radiološkog tehnologa u dijagnostici. Ukupni troškovi u svim promatranim scenarijima ostaju gotovo nepromijenjeni te se kreću od 143,00 do 146,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa raste s produljenjem trajanja pretraga, od 64,00 do 111,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 80,00 na 34,00 eura. Povećanje vremena između narudžbi dovodi do smanjenja učinkovitosti i stupnja iskorištenosti kapaciteta, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se pritom smanjuje s 2.373,60 eura na 1.038,45 eura, što ukazuje na nižu učinkovitost sustava pri duljim terminima. Vrijeme čekanja pokazuje velika odstupanja – osjetno je dulje kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade s produljenjem trajanja narudžbi postupno raste, ali na razini prosjeka ostaje stabilno. Istodobno se smanjuje broj pacijenata koji prolaze kroz sustav: broj ulazaka opada s 25 na 7, a broj izlazaka s 16 na 7, što potvrđuje da dulje narudžbe reduciraju kapacitet sustava. Uočen je i pad iskorištenosti resursa – zauzetost radiološkog tehnologa (RT) smanjuje se s 95% na 40%, a MR uređaja s 93% na 40%, što odražava slabiju uporabu opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

Na grafikonima 277 do 282 grafički su prikazani navedeni rezultati.

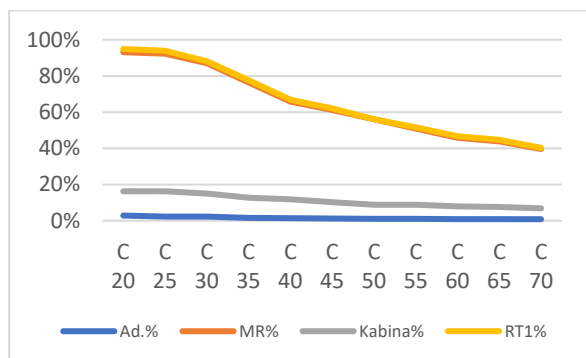


Grafikon 277. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom



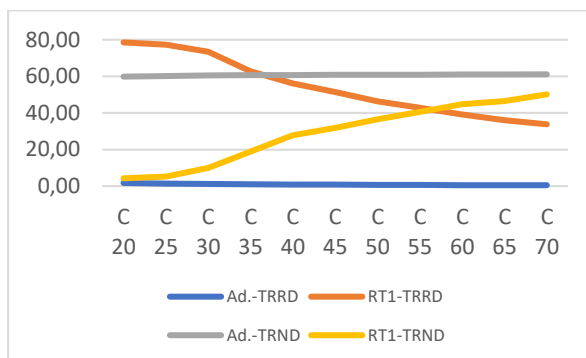
Grafikon 278. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom

Izvor: autorica

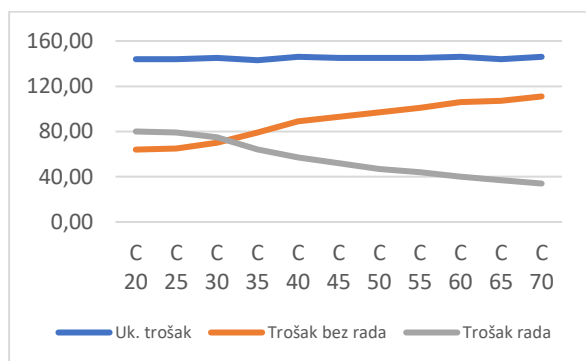


Grafikon 279. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

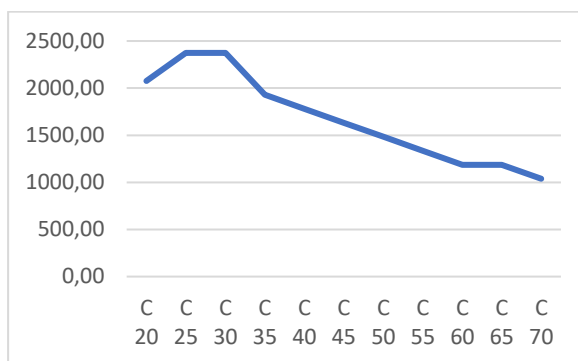
Izvor: autorica



Grafikon 280. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 281. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica



Grafikon 282. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata za „sve kategorije MR pretraga“ počinje se smanjivati između točki C25 i C30 te potpuno nestaje na točki C50. Na točki C30 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 85%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se između točki C55 i C60, dok trošak rada pokazuje optimalnost između točki C30 i C35. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C30.

U idućem koraku konstruiran je usporediv skup simulacijskih scenarija za istu skupinu pretraga, ali uz uključivanje dva radiološka tehnologa u radu dijagnostike, pri čemu su rezultati sažeto prikazani u tablici 71.

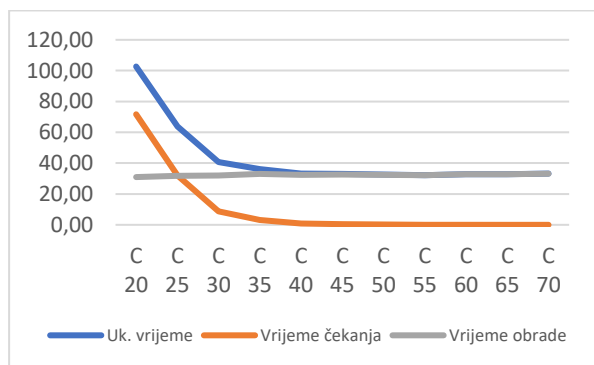
Tablica 71. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa

MR	Uk. trošak	trošak bez rada	trošak rada	prihod od pretrage	Uk. vrijeme	vrijeme čekanja	vrijeme obrade	Ulaz	Izlaz	Ad.%	MR%	Kabina%	RT1%	RT2%	Ad.-TRRD	RT1-TRRD	RT2-TRRD	Ad.-TRND	RT1-TRND	RT2-TRND
C 20	227,00	69,00	158,00	2373,60	102,67	71,69	30,98	25	16	3%	94%	18%	96%	94%	1,74	79,01	77,49	59,86	3,65	5,17
C 25	227,00	71,00	156,00	2521,95	63,77	31,96	31,81	20	17	2%	93%	17%	95%	93%	1,44	78,16	76,83	60,16	4,57	5,89
C 30	226,00	82,00	144,00	2225,25	40,79	8,70	32,09	17	15	2%	86%	15%	88%	87%	1,17	71,91	70,82	60,43	10,34	11,43
C 35	225,00	96,00	129,00	1928,55	36,21	3,23	32,98	14	13	2%	78%	13%	79%	78%	1,04	64,41	63,36	60,56	17,36	18,40
C 40	227,00	115,00	113,00	1780,20	33,16	0,84	32,32	13	12	1%	67%	11%	68%	67%	0,87	56,32	55,45	60,73	26,61	27,48
C 45	227,00	124,00	103,00	1631,85	32,95	0,40	32,54	11	11	1%	62%	10%	63%	62%	0,78	51,29	50,50	60,82	31,43	32,22
C 50	227,00	135,00	92,00	1483,50	32,58	0,13	32,44	10	10	1%	56%	9%	56%	56%	0,70	45,95	45,23	60,90	36,57	37,30
C 55	228,00	144,00	84,00	1335,15	32,20	0,06	32,14	9	9	1%	50%	9%	51%	50%	0,63	42,22	41,58	60,97	41,19	41,83
C 60	229,00	153,00	77,00	1186,80	32,80	0,01	32,79	9	8	1%	45%	8%	46%	45%	0,56	38,43	37,85	61,04	45,49	46,07
C 65	225,00	154,00	72,00	1186,80	32,91	0,00	32,91	8	8	1%	44%	8%	45%	44%	0,56	35,80	35,22	61,04	46,11	46,70
C 70	229,00	161,00	68,00	1038,45	33,15	0,00	33,15	7	7	1%	40%	7%	41%	40%	0,49	34,13	33,62	61,11	49,79	50,30

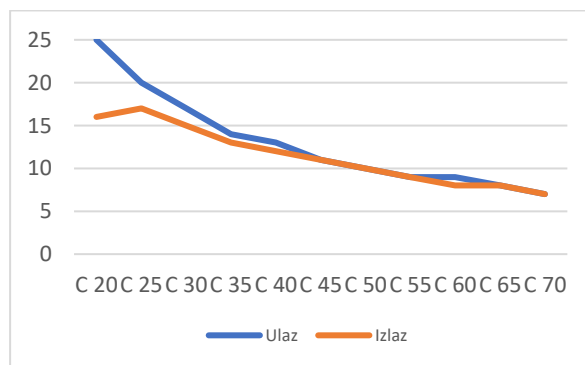
Izvor: autorica

Tablica prikazuje rezultate simulacije prosječnog ishoda za „sve kategorije MR pretraga“ tijekom jedne osmosatne smjene, pri čemu se pretrage naručuju u intervalima od 5 minuta, a trajanje pojedine pretrage varira između 20 i 70 minuta, uz angažman dva radiološka tehnologa u dijagnostici. Ukupni troškovi pritom ostaju razmjerno ujednačeni u svim promatranim scenarijima te se kreću od 225,00 do 229,00 eura. Trošak neradnog dijela resursa raste s produljenjem trajanja pretraga, od 69,00 do 161,00 eura, dok se trošak radnog dijela istodobno smanjuje s 158,00 na 68,00 eura. Produženje vremena između narudžbi dovodi do pada učinkovitosti i nižeg stupnja iskorištenja kapaciteta resursa, osobito kod administratora i radioloških tehnologa. Prihod se pri duljim narudžbama smanjuje s 2.521,95 eura na 1.038,45 eura, što ukazuje na manju operativnu učinkovitost sustava. Vrijeme čekanja pokazuje znatne oscilacije – produžuje se kod kraćih narudžbi, dok je za duže narudžbe gotovo zanemarivo. Vrijeme obrade s rastom trajanja narudžbi postupno se povećava, ali na razini prosjeka ostaje relativno stabilno. Istodobno opada broj pacijenata koji ulaze i izlaze iz procesa: ulasci se smanjuju s 25 na 7, a izlasci s 16 na 7, što potvrđuje da dulje narudžbe umanjuju efektivni kapacitet sustava. Ujedno se smanjuje i iskorištenost resursa – zauzetost RT1 opada s 96% na 41%, RT2 s 94% na 40%, a MR uređaja s 94% na 40%, što odražava slabiju uporabu opreme i prostora pri duljim vremenskim razmacima između pretraga.

Na grafikonima 283 do 288 grafički su prikazani navedeni rezultati.

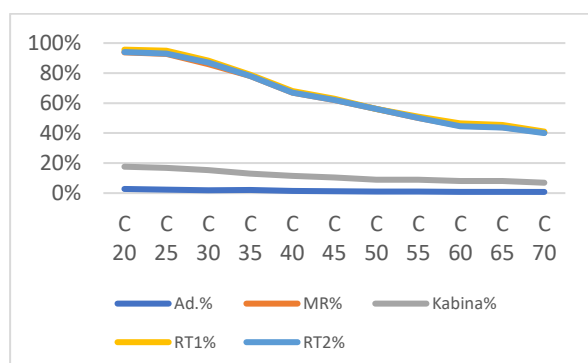


Grafikon 283. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za



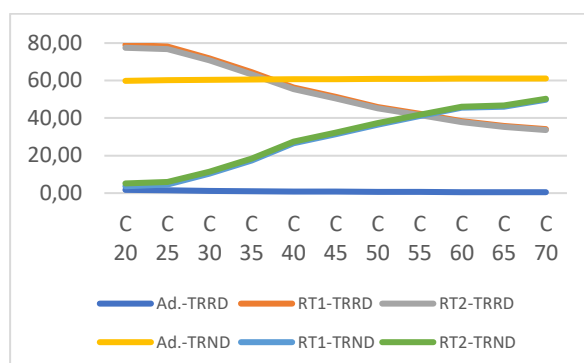
Grafikon 284. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz

pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

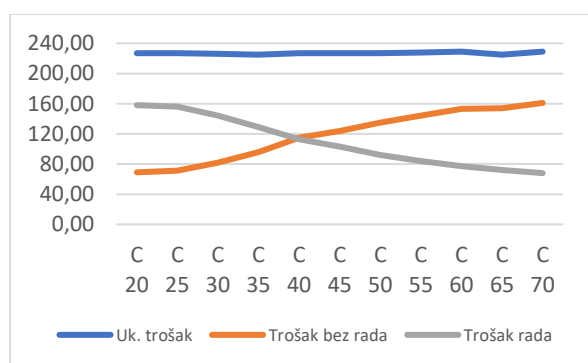


Grafikon 285. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

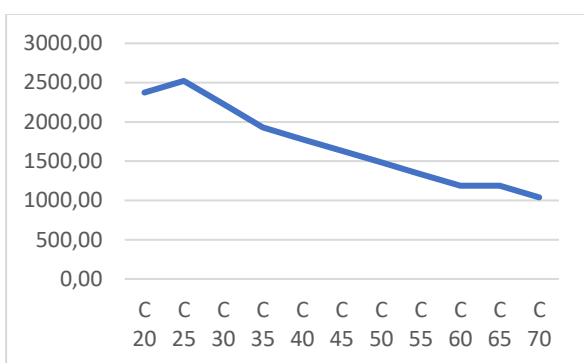
procesa za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 286. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 287. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica



Grafikon 288. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa
Izvor: autorica

Vrijeme čekanja i obrade pacijenata za „sve kategorije MR pretraga“ počinje se smanjivati na točki C25 te potpuno nestaje na točki C60. Na točki C35 postiže se najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, kao i iskoristivost resursa od oko 80%. Najbolja financijska iskoristivost radiološkog tehnologa nalazi se na točki C55, dok trošak rada pokazuje optimalnost na točki C40. Financijski prihod od pretrage smanjuje se tijekom vremena, a najviši je na točki C25.

7. RASPRAVA

U ovom poglavlju će se provesti interpretacija dobivenih rezultata, objasniti njihovi uzroci te procijeniti njihov doprinos organizacijskom unaprjeđenju sustava.

Provedena analiza omogućila je procjenu učinaka različitih organizacijskih scenarija (različiti intervali naručivanja, broj radioloških tehnologa, uključivanje hitnih slučajeva) na vrijeme ciklusa, iskorištenost CT i MR uređaja te operativne i financijske ishode. U nastavku se rezultati stavljaju u širi organizacijski i ekonomski kontekst.

Simulacijska analiza rada CT i MR dijagnostike provedena u ovom istraživanju obuhvaća više kategorija pretraga (tijelo, mozak, srce, kralježnica, muskuloskelet, angiografija, dojke) te objedinjene scenarije „sve kategorije CT pretraga“ i „sve kategorije MR pretraga“ u okviru jedne osmosatne smjene. U svim modelima pretpostavljen je kontinuirani dolazak pacijenata svakih 5 minuta, pri čemu se trajanje pojedine CT pretrage kretalo u rasponu 10–60 minuta, a MR pretrage 20–70 minuta. Analizirani su scenariji s jednim radiološkim tehnologom (RT1) i s dva radiološka tehnologa (RT2) na dijagnostici, uz praćenje ukupnih i strukturnih troškova, prihoda, broja obrađenih pacijenata, vremena čekanja i iskorištenosti ključnih resursa (administracija, RT, CT/MR uređaj).

Na razini svih scenarija uočava se vrlo stabilan obrazac ukupnih troškova po smjeni. Kod CT dijagnostike ukupni troškovi se u konfiguracijama s RT1 kreću oko 145,00 eura, dok pri angažmanu RT2 rastu na približno 228,00–229,00 eura. Kod MR dijagnostike ukupni trošak s jednim RT-om iznosi oko 142,00–146,00 eura, a s dva RT-a približno 223,00–229,00 eura. Istodobno, s produljenjem trajanja pretraga ili „rjeđim“ efektivnim naručivanjem dolazi do promjene strukture troška: trošak neradnog dijela resursa (TRND) raste, dok trošak rada (TRRD) opada. Tipičan je primjer scenarij „sve kategorije CT pretraga“ s jednim RT-om, u kojem TRND raste s oko 62,00 na 126,00 eura, dok TRRD pada s približno 83,00 na 20,00 eura. Sličan odnos bilježi se i kod „sve kategorije MR pretraga“, gdje TRND raste s oko 64,00 na 111,00 eura, a TRRD se smanjuje s približno 80,00 na 34,00 eura. To upućuje na činjenicu da ukupan trošak smjene ostaje gotovo konstantan, ali se s promjenama organizacije rada mijenja odnos između plaćenog produktivnog i neproduktivnog vremena.

Istodobno se u svim kategorijama, CT i MR, jasno očituje pad kapaciteta mjeren brojem ulazaka i izlazaka pacijenata pri produljenju trajanja pretraga. U agregiranom scenariju „sve kategorije CT pretraga“ broj ulazaka pacijenata u proces smanjuje se s približno 49–50 na

svoga 8–9 pacijenata po smjeni, dok broj izlazaka pada s oko 27–36 na 7–8 pacijenata. U scenariju „sve kategorije MR pretraga“ broj ulazaka opada s 25 na 7, a broj izlazaka sa 16 na 7 pacijenata po smjeni. Sličan trend prisutan je i u pojedinačnim kategorijama: npr. CT „tijelo2“ pokazuje pad ulazaka s 49 na 9 i izlazaka s 33 na 8, MR „tijelo1“ pad s 25 na 7 ulazaka i s 20 na 7 izlazaka, a MR „angiografija“ s 25 na 7 ulazaka i s 23 na 7 izlazaka. U svim tim slučajevima dulje trajanje pretraga i manji broj termina unutar smjene jasno reducira ulaz-izlaz pacijenata i smanjuje broj obrađenih pacijenata, što se izravno odražava i na pad prihoda (primjerice, „sve kategorije CT“ s 2.288,52 na 678,08 eura, „sve kategorije MR“ s 2.373,60 na 1.038,45 eura).

Vrijeme čekanja pokazuje izrazito sličan obrazac u svim kategorijama, i za CT i za MR. U scenarijima s učestalim naručivanjem (svakih 5 minuta) i kraćim trajanjem pretraga sustav radi blizu graničnog kapaciteta, dolazi do formiranja redova i vrijeme čekanja je relativno dugo. Kako se trajanje pretraga povećava ili se efektivno smanjuje broj dolazaka po smjeni, sustav se rasterećuje i prosječno vrijeme čekanja postaje minimalno. Ovaj obrazac prisutan je u svim pojedinačnim kategorijama: tijelo, mozak, srce, kralježnica, muskuloskelet, angiografija, dojke, kao i u agregiranim scenarijima „sve kategorije CT/MR pretraga“. Vrijeme obrade (od ulaska do izlaska iz procesa) u pravilu blago raste s duljim trajanjem pretraga, ali na razini prosjeka ostaje relativno konzistentno, što upućuje na to da se promjene u opterećenju sustava primarno očituju kroz čekanje, a nešto manje kroz produljenje samog boravka u sustavu.

Slična rješenja podupiru i praktični primjeri iz radiološke prakse, gdje su simulacijom i operacionalizacijom različitih scenarija naručivanja optimizirani termini MR pretraga. U jednom takvom modelu pregledi su organizirani prema anatomskim regijama i vrsti pretrage, pri čemu su se, primjerice, određenim danima u tjednu radile isključivo iste pretrage. Takvo grupiranje pretraga i precizno slotiranje termina dovelo je do povećanja efikasnosti, predvidljivijeg korištenja uređaja te smanjenja prosječnog vremena čekanja pacijenata i do približno 40%. Istodobno je olakšano planiranje osoblja i opreme te postignuta bolja kontrola dnevnih opterećenja (Teichgräber et al., 2003), što je u skladu s obrascima uočenima u simulacijskom modelu ove disertacije.

Posebno je važno naglasiti rezultate simulacija za CT pretrage u scenarijima koji uključuju dolaske hitnih pacijenata, odnosno mješovitu populaciju hitnih i ambulantnih (planiranih) bolesnika. U tim scenarijima jasno se pokazuje da prosječno vrijeme čekanja ambulantnih

pacijenata ni u jednoj kombinaciji parametara ne doseže nultu vrijednost. Čak i u najpovoljnijim uvjetima, kada su intervali naručivanja dulji, a ukupno opterećenje sustava smanjeno, ambulantni pacijenti zadržavaju minimalno, ali ipak s određenim vremenom čekanja. Drugim riječima, prisutnost hitnih pacijenata, koji u modelu imaju implicitni prioritet, strukturalno onemogućuje postizanje nultog vremena čekanja za ambulantne CT pretrage. To vrijedi kroz različite kategorije CT pretraga (tijelo2, mozak, srce, kralježnica, muskuloskelet, angiografija) te ostaje prisutno i u agregiranom scenariju „sve kategorije CT pretraga“. Time simulacija potvrđuje da, u zadanim kapacitetnim i organizacijskim uvjetima (jedan CT uređaj, dani broj RT-ova, trajanja pretraga), ni optimizacijom rasporeda unutar jedne smjene nije moguće potpuno eliminirati čekanje za ambulantne pacijente u prisutnosti hitnih slučajeva, nego se ono može samo svesti na prihvatljivo.

Usporedba scenarija s jednim i dva radiološka tehnologa (RT1 i RT2) dodatno razjašnjava odnos između kadrovskog opterećenja, kapaciteta i vremena čekanja. U CT dijagnostici, scenariji s RT1 pokazuju da radiološki tehnolog pri kratkim intervalima naručivanja i kraćim pretragama radi gotovo na maksimalnom kapacitetu (često iznad 90% vremena, primjerice u scenarijima CT „sve kategorije“ ili CT „mozak“), dok se s produljenjem trajanja pretraga iskorištenost RT-a spušta na vrijednosti reda 16–27%. Slično vrijedi i za CT uređaj, koji u početnim scenarijima postiže iskorištenost iznad 90%, a pri duljim pretragama pada na približno 20–27%. Uvođenjem drugog radiološkog tehnologa (RT2) opterećenje se raspodjeljuje: početna iskorištenost RT1 i RT2 spušta se s gotovo maksimalnih vrijednosti (npr. 97% i 94% u scenariju „sve kategorije CT“) na nešto niže, ali i dalje visoke razine, dok pri duljim pretragama oba RT-a padaju na oko 20–23%, zajedno s CT uređajem. Sličan se obrazac opaža i kod MR pretraga: kod „sve kategorije MR pretraga“ s jednim RT-om opterećenost tehnologa se kreće oko 95% pri kraćim pretragama, dok pri duljim oscilira oko 40%; s dva RT-a početne vrijednosti opadaju na razinu gdje se opterećenje dijeli (RT1 oko 96%, RT2 oko 94%), a pri duljim pretragama oba se kreću oko 40%, zajedno s MR uređajem.

Takav rezultat pokazuje da dodatni RT smanjuje individualno opterećenje i potencijalno smanjuje rizik od uskih grla vezanih uz zbrinjavanje pacijenata, pripremu i popratne radnje u dijagnostici, no temeljno ograničenje kapaciteta ostaje trajanje rada samog CT/MR uređaja. U nekim kategorijama (primjerice CT „srce“) vidljiv je blagi porast broja izlazaka pri angažmanu dva tehnologa (veći broj dovršenih pretraga pri kraćim intervalima), dok u drugim kategorijama broj izlazaka s RT1 i RT2 ostaje vrlo sličan. S druge strane, trošak rada u scenarijima s RT2 je konzistentno viši (npr. kod CT „sve kategorije“ ukupni trošak raste s

145,00 na približno 229,00 eura), pa stoga korist od drugog tehnologa treba promatrati u kontekstu ravnoteže između rasterećenja kadra, potencijalnog smanjenja vremena čekanja i održivosti troška.

Usporedba pojedinačnih kategorija s agregiranim scenarijima „sve kategorije CT pretraga“ i „sve kategorije MR pretraga“ potvrđuje da se agregirani modeli ponašaju kao svojevrsni „prosjeak“ sustava. Primjerice, kod CT dijagnostike kategorije poput „mozak“ i „tijelo2“ pokazuju nešto veće prihode u scenarijima s kratkim intervalima naručivanja (primjerice CT „mozak“ doseže prihode i preko 3.900 eura u intenzivnim scenarijima), uz istovremeno iznimno visoke razine iskorištenosti RT-a i CT uređaja. Kategorije poput CT „srce“ ili CT „angiografija“ generiraju manji broj izlazaka po smjeni, ali uz visoke prihode po pretrazi i vrlo visok stupanj zauzetosti resursa kod kratkih intervala. U agregiranom scenariju „sve kategorije CT“ ti se učinci izravnavaju: broj ulaza i izlaza, prihodi i iskorištenost resursa smještaju se između ekstremnih vrijednosti pojedinačnih kategorija, ali zadržavaju iste trendove pada kapaciteta, rasta neradnog vremena i smanjenja prihoda s produljenjem trajanja pretraga.

Slično je i kod MR dijagnostike: pojedinačne kategorije poput MR „tijelo1“, MR „angiografija“ ili MR „dojke“ mogu ostvarivati vrlo visoke prihode pri kratkim intervalima naručivanja (primjerice MR „tijelo1“ oko 2.967,00 eura, MR „angiografija“ oko 3.412,05 eura, MR „dojke“ oko 2.891,33 eura), uz visoku opterećenost RT-a i MR uređaja. U agregiranom scenariju „sve kategorije MR pretraga“ ti se učinci uprosječe, pa su prihodi nešto niži (oko 2373,60 eura pri kraćim intervalima), a iskorištenost resursa ostaje visoka, ali manje ekstremna. U svim slučajevima, međutim, osnovna dinamika sustava ostaje ista: kraći intervali naručivanja uz kraće trajanje pretraga povećavaju broj obrađenih pacijenata i prihode, uz cijenu produženja vremena čekanja, dok dulje pretrage i rjeđi termini smanjuju čekanje, ali uz znatan gubitak kapaciteta, smanjene prihode i rast udjela neradnog vremena.

Sveukupno, rezultati simulacija pokazuju da CT i MR dijagnostika rade u vrlo uskom rasponu između maksimalnog opterećenja i nedovoljno iskorištenog kapaciteta. U svim analiziranim scenarijima zadržava se određeno vrijeme čekanja, a u prisutnosti hitnih CT pacijenata prosječno vrijeme čekanja za ambulantne pacijente u nijednoj kombinaciji parametara ne pada na nulu. Rezultati jasno ukazuju da optimizacija ovakvog sustava zahtijeva istodobno upravljanje rasporedom (npr. prioritetni slotovi za hitne pacijente), kadrovskom strukturom (odnos RT1/RT2) i tehničkim kapacitetom (broj i organizacija rada CT/MR uređaja), kako bi

se postigla prihvatljiva ravnoteža između maksimalno dostupnog kapaciteta, prihvatljivog vremena čekanja i održivosti troškova. Znanstvene analize pokazuju da optimalno planiranje termina, bolja upotreba opreme i smanjenje neiskorištenih intervala značajno smanjuju ukupnu cijenu procesa po pacijentu, podižu efikasnost i smanjuju ukupne operativne troškove (Sun et al., 2023; Nitrosi et al., 2007). Model simulacije omogućuje upravljačkoj strukturi radiologije procjenu troškova i koristi raznih scenarija prije njihove stvarne implementacije – uključujući efekte na radne sate, održavanje, kao i na ukupni broj izvršenih pretraga.

Osim smanjenja izravnih troškova za bolnički sustav, znanstvena literatura ukazuje da brža i preciznija dijagnostika također generira dugoročne ekonomske koristi: ranije postavljene dijagnoze omogućuju pravodobno i manje invazivno liječenje, što donosi niže ukupne troškove zdravstvenog sustava (Willmen et al., 2021). Povećana iskoristivost uređaja i skraćeno vrijeme čekanja izravno utječu na financijsku i kliničku održivost institucije.

Deskriptivna analiza vremena trajanja pretraga može pomoći u razumijevanju specifičnih zahtjeva različitih pretraga te pruža osnovu za planiranje poboljšanja u organizaciji rada. Primjena unifikacije protokola i edukacije osoblja može dodatno smanjiti vrijeme potrebno za pojedine pretrage, čime bi se poboljšala kvaliteta skrbi i zadovoljstvo pacijenata.

U dvogodišnjoj analizi korištenja CT i MR uređaja na temelju podataka iz BIS (IBIS) sustava, zamjećuje se jasno profiliran radni ciklus i uočljive razlike među modalitetima. Broj pacijenata i izvršenih CT pretraga na oba uređaja ostao je konstantno visok u obje promatrane godine, čime se potvrđuje stabilnost dnevnog protoka i dosegnuta zrelost organizacijskog kapaciteta. CT dijagnostika pokazuje stabilnost u obujmu rada kroz obje godine, što upućuje na dostignuti maksimum iskorištenja u jutarnjoj smjeni. MR dijagnostika bilježi jasan rast u broju pacijenata i pretraga, što sugerira sve veću potražnju i potencijalnu potrebu za boljom raspodjelom kapaciteta ili dodatnim ulaganjima. Sustav rada u osmosatnoj jutarnjoj smjeni pokazao je konzistentnost, unatoč sezonskim i kalendarskim varijacijama.

Visoka stopa korištenja CT tehnologije odražava nacionalne i europske trendove gdje su hrvatski bolnički centri već godinama iznad europskog prosjeka po broju CT pretraga po uređaju (Biloglav et al., 2020). Operativna učinkovitost CT-a očituje se u izostanku značajnijih godišnjih oscilacija, što ukazuje na optimalno usklađen raspored naručivanja i visoku elastičnost službe prema neravnomjernostima u zdravstvenom sustavu.

MR dijagnostika pokazuje drugačiju dinamiku: na oba uređaja uočeno je povećanje obujma rada kroz vrijeme, što odgovara međunarodno zabilježenim promjenama u praksi. Povećanje

obujma MR pretraga pripisuje se širenju kliničkih indikacija, boljoj edukaciji liječnika koji upućuju na pretragu, tehnološkom napretku i sporijem, ali stalnom povećanju broja dostupnih uređaja (Biloglav et al., 2020; Broman, 2020; Chen et al., 2022). Ovakvo, ne slučajno niti privremeno povećanje, pokazuje da MR dijagnostike postaju sve traženiji resurs te zahtijevaju kompleksnija organizacijska rješenja i fleksibilnije planiranje radne snage kako bi se održala dostupnost i kvaliteta usluge.

Detaljna mjesečna segmentacija broja pretraga koja uzima u obzir praznike i neradne dane naglašava značaj stabilnog planiranja i ujednačenosti protoka pacijenata. Ipak, znanstvena literatura ističe da i minimalna povećanja obujma u modalitetima s nižim kapacitetom, poput MR-a, mogu dovesti do kumulativnog porasta lista čekanja i većeg opterećenja osoblja (Almanaa et al., 2024). To implicira potrebu za trajnim monitoringom, adaptacijom radnih termina, mogućim proširenjem kapaciteta te investicijama u kadrove i tehnologiju. Upravo takav pristup omogućuje očuvanje održivosti usluge u okruženju rastućih dijagnostičkih zahtjeva i promjenjivih javnozdravstvenih pritisaka.

Znanstvena literatura potvrđuje da su vremena skeniranja značajno kraća za CT nego za MR uređaje, što proizlazi iz tehničkih karakteristika i dijagnostičkih indikacija. Vrijeme trajanja MR pretrage u pravilu je dulje od CT pretrage zbog načina na koji oba sustava stvaraju sliku. CT koristi ionizirajuće zračenje i vrlo brzu rotaciju cijevi i detektora oko pacijenta, pa se cijela anatomska regija može snimiti u svega nekoliko sekundi jednom akvizicijom. MR, nasuprot tome, koristi snažno magnetsko polje i radiofrekvencijske impulse te mora višekratno „pobuditi“ protone i postupno popunjavati k-prostor za svaku sekvencu, što je fizikalno sporiji proces. Uz to, standardni MR protokoli često uključuju više različitih sekvenci (T1, T2, STIR, DWI i dr.) u više ravnina, dok je za CT najčešće dovoljna jedna ili nekoliko faza skeniranja. MR je i znatno osjetljiviji na pokretne artefakte (disanje, pokreti, nemir), pa ponekad zahtijeva ponavljanje sekvenci ili uporabu sporijih tehnika sinkronizacije s disanjem. Naime, MR pretrage često traže složenije pozicioniranje pacijenta i korištenje specijaliziranih radiofrekventnih zavojnica za prikaz ljudskog tijela, što dodatno produljuje ukupno vrijeme pregleda. Zbog svega navedenog, MR je inherentno vremenski zahtjevnija metoda od CT-a, čak i kada se ispituje ista anatomska regija. CT snimanje tipično traje nekoliko minuta, a često i kraće, čime se omogućuje brzo dobivanje dijagnostičkih rezultata i olakšava hitna procjena pacijenata, dok MR snimanja zahtijevaju dulje vrijeme zbog višestrukih sekvenci i potrebe za visokom rezolucijom slike (Tu et al., 2024). Prosječno trajanje MR pretraga ovisi o opsegu snimanja i zahtjevima za detaljnošću što ovisi o

dijagnozi, te se može kretati od nekoliko minuta do čak pola sata npr. za dokazivanje metastaza mozga, što utječe na dnevnu propusnost sustava (Chen et al., 2022). Članak Tu i sur. (2024) pokazuje kako primjena skraćenih MR protokola može znatno skratiti vrijeme izvođenja, ali i dalje ostaje dulja od CT-a, pogotovo u hitnim kliničkim situacijama. Značaj podataka o vremenu skeniranja je višestruk: omogućuje organizacijsko planiranje, optimizaciju protokola i resursa te ukazuje na ključna područja za ulaganje u tehnološka rješenja koja mogu skratiti boravak pacijenata i povećati zadovoljstvo. Sustavno praćenje, edukacija kadra i inovativne tehnike skeniranja istaknuti su u literaturi kao put za optimizaciju procesa rada.

Analizirani podaci pokazuju smanjenje prosječnog vremena čekanja u 2021. u odnosu na 2020., što može biti rezultat niza čimbenika, uključujući povećanu koordinaciju između odjela, unapređenje tehnoloških resursa ili bolje upravljanje pacijentima. Daljnja optimizacija procesa i uvođenje dodatnih resursa mogli bi još više smanjiti vrijeme čekanja za pacijente. Znanstvena literatura jasno pokazuje kako su vremena čekanja na CT i MR pretrage značajno duža za MR u odnosu na CT, što je posljedica i sve većih dijagnostičkih potreba u suvremenim zdravstvenim sustavima. Prosječno čekanje na MR pretragu može iznositi i nekoliko mjeseci, dok je za CT ono kraće, premda predugo za europske standarde. Razlike su zamjetnije u ustanovama višeg tercijarnog nivoa gdje istodobno postoji veća iskorištenost uređaja i dulja lista čekanja, dok organizacijski čimbenici i ekonomska snaga županija dodatno utječu na dinamiku pristupa pretragama (Biloglav et al., 2020).

Analiza vremena čekanja od upisa pacijenta do zakazanog termina CT pretrage po glavnim kategorijama indikacija za 2020. i 2021. godinu pokazuje da je ukupan broj pacijenata porastao s 9.100 u 2020. na 13.576 u 2021. godini (gotovo 50%), što predstavlja značajno povećanje volumena CT dijagnostike uz istodobnu promjenu obrazaca čekanja. Unatoč većem broju pacijenata, prosječno vrijeme čekanja u većini kategorija pretraga se smanjuje ili ostaje stabilno, uz vidljivo smanjenje maksimalnih vrijednosti čekanja, što upućuje na djelomično smanjenje zaostataka i bolju kontrolu listi čekanja. Kod najzastupljenijih kategorija („tijelo1“, „tijelo2“, „mozak“, „kralježnica“, „muskuloskelet“) zabilježeno je blago ili umjereno skraćenje prosječnog vremena čekanja te smanjenje ekstremno dugih čekanja, osobito u kategorijama angiografskih i kardioloških CT pretraga, koje ostaju među najopterećenijima. U nekim indikacijama zabilježen je i blagi porast prosjeka, ali uz istodobno smanjenje

maksimalnog čekanja i varijabilnosti, što sugerira preraspodjelu prioriteta i ujednačeniju raspodjelu termina između različitih skupina pacijenata.

Analiza dodatno ukazuje na metodološko ograničenje postojećih podataka o listama čekanja. Evidentirano vrijeme čekanja ne prati razdoblje od predaje dokumentacije, nego tek interval od obavijesti o terminu do pretrage, dok su se zahtjevi prethodno vodili u bilježnicama, a termini dodjeljivali prema stvarnim, ali informatički nevidljivim listama. Time nastaje iskrivljena slika stvarnog čekanja, što umanjuje pouzdanost podataka koji su ključni za planiranje kapaciteta i optimizaciju procesa, pa je nužno preciznije i dosljednije bilježenje svih faza čekanja unutar službenog informacijskog sustava. Kako navodi i Državni ured za reviziju Republike Hrvatske (2020), neadekvatno vođenje i ažuriranje lista čekanja može dovesti do nepreciznih informacija o dostupnim terminima i produljenja stvarnog vremena čekanja na dijagnostičke postupke.

Minimalne vrijednosti u gotovo svim CT kategorijama u obje godine ukazuju na postojanje pacijenata koji pretragu ostvaruju bez čekanja (hitni slučajevi, ubrzani termini ili isti dan), što je u skladu s kliničkom praksom prioritizacije hitnih stanja. Istodobno, iako su maksimalne vrijednosti u 2020. bile vrlo visoke, u 2021. se u svim kategorijama bilježi njihovo smanjenje, zajedno s padom standardne devijacije. Sveukupno, unatoč ograničenjima u načinu evidentiranja, podaci pokazuju da je između 2020. i 2021. godine, uz rast broja CT pretraga, došlo do smanjenja ili stabilizacije prosječnog vremena čekanja, smanjenja varijabilnosti i skraćanja najduljih čekanja, osobito za angiografske i kardiološke pretrage, što potvrđuje trend prema učinkovitijem upravljanju listama čekanja i boljoj dostupnosti CT dijagnostike.

Analiza MR dijagnostike obuhvaća vrijeme čekanja od upisa pacijenta do zakazanog termina MR pretrage za 2020. i 2021. godinu. I u ovom dijelu uočava se izrazit porast ukupnog broja pacijenata (s 8.432 na 12.488), praćen promjenama prosječnog vremena čekanja po pojedinim kategorijama pretraga. U većini MR indikacija zadržava se ili blago smanjuje prosječno vrijeme čekanja, osobito kod pretraga koje su volumenski dominantne (npr. MR kralježnice, mozga, tijela), uz istodobno smanjenje maksimalnih čekanja i varijabilnosti. To upućuje na djelomičnu stabilizaciju listi čekanja unatoč rastu opterećenja sustava. Istodobno, u pojedinim kategorijama (npr. odabrane rjeđe indikacije) uočava se povremeni porast prosječnog vremena čekanja, što može odražavati prioritarno usmjeravanje kapaciteta na klinički hitnije i učestalije pretrage. Sveukupno, podaci potvrđuju da se i u MR segmentu, uz povećanje broja pretraga, postiže određeni napredak u kontroli najduljih čekanja i ujednačavanju dostupnosti, iako MR

zbog tehničke složenosti i duljeg trajanja postupaka zadržava općenito dulja vremena čekanja u odnosu na CT.

Rezultati pokazuju značajne razlike u vremenu potrebnom za verificiranje nalaza radiologa, što može biti posljedica različitih faktora poput složenosti nalaza, administrativnih preopterećenja i tehničkih izazova. Najveći problemi identificirani su u slučajevima s ekstremno dugim vremenima, koji su vjerojatno rezultat neoptimiziranih procesa ili izvanrednih slučajeva.

7.1. Analiza simulacijskih eksperimenata

U ovoj disertaciji analizirano je vrijeme ciklusa dijagnostičkog procesa koje obuhvaća isključivo period tijekom kojeg je pacijent bio prisutno obrađivan u radiološkoj dijagnostici pod neposrednim nadzorom radiologa. Specijalist radiolog u ovom kontekstu preuzima ključnu ulogu nositelja i izvršitelja, budući da je zadužen za nadgledanje i izvođenje cjelokupne dijagnostičke procedure, sukladno važećim normativima i pravilnicima zadanim u medicinskoj praksi (NN52/2020; ESR, 2023, 2025). Vremenski segment koji je promatran i analiziran u ovom radu odnosi se isključivo na razdoblje u kojem je pacijent boravio u dijagnostičkom postupku pod stručnom kontrolom i odgovornošću specijalista radiologa i vremena rada radiološkog tehnologa. Vrijeme rada radiologa potrebno za očitavanje nalaza nije bilo fokus ovog rada.

U tablicama 72 do 74 analizirana su optimalna vremena svih kategorija CT i MR pretraga, prema različitim simuliranim aspektima – najveći broj obrađenih pacijenata, najveća financijska isplativost, optimalno vrijeme pretrage što je ujedno i preporučeno optimalno vrijeme za narudžbu pacijenata te najviši financijski prihod. Tablica 73 prikazuje iste vrste informacija, ali s uključenim hitnim pacijentima.

Tablica 72. Analiza optimalnog vremena prema kategorijama CT pretraga (u minutama)

Pretraga	Najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata	Financijska isplativost	Optimalno vrijeme pretrage	Najviši financijski prihod
1a tijelo1 – 1RT	20	30-35	20-25	15
1b tijelo2 – 1RT	20	30-35	20-25	15
1c mozak – 1RT	10	20	10-15	10
1e srce – 1RT	30	55	30-35	25
1f kralježnica – 1RT	15	20-25	10-15	10

1g muskuloskelet – 1RT	15	20	10-15	10
1h angiografija – 1RT	20	35	20-25	20
1sve pretrage – 1RT	20	30	15-20	15
1a tijelo1 – 2RT	15	25-30	20-25	15
1b tijelo2 – 2RT	15	25-30	20-25	15
1c mozak – 2RT	10	15	10-15	10
1e srce – 2RT	30	50	30-40	25
1f kralježnica – 2RT	15	20	15-20	10
1g muskuloskelet – 2RT	15	20	15-20	10
1h angiografija – 2RT	20	30	20-25	15-20
1sve pretrage – 2RT	15	25	20-25	10-15

Izvor: autorica

Tablica prikazuje četiri skupine pokazatelja za svaku kategoriju CT/MR pretraga i za obje konfiguracije kadra (jedan i dva radiološka tehnologa – 1RT, 2RT), s ciljem da se usporede kapacitet, financijski učinak i opterećenje resursa pri različitim intervalima naručivanja. Prvi stupac, „Najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata“, označava vrijeme naručivanja (u minutama) pri kojem je odnos broja pacijenata koji ulaze u sustav i onih koji do kraja smjene završe pretragu najpovoljniji. To je ujedno termin u kojem se postiže najveći protok kroz sustav uz najmanji broj nedovršenih pacijenata na kraju radnog vremena. Primjerice, za pretrage „tijelo1“ s jednim radiološkim tehnologom najpovoljniji omjer ulaz/izlaz postiže se pri intervalu naručivanja od 20 minuta, za pretrage „mozak“ pri 10 minuta, dok se za scenarij „sve pretrage“ s dva tehnologa takav odnos ostvaruje pri 15 minuta. Drugi stupac, „Financijska isplativost“, prikazuje raspon termina naručivanja u kojem je odnos prihoda i troškova najpovoljniji, odnosno u kojem se uz zadani kapacitet ostvaruje najbolji omjer uložених resursa i ostvarenog financijskog rezultata. To nisu nužno intervali s apsolutno najvećim prihodom, već oni u kojima je model financijski najstabilniji. Tako je, primjerice, za pretrage „tijelo1“ s jednim tehnologom najisplativije naručivanje u rasponu od 30 do 35 minuta, za pretrage „srce“ od 30 do 55 minuta, dok se u scenariju „sve pretrage“ s dva tehnologa najpovoljniji odnos prihoda i troška rada postiže pri intervalu od oko 25 minuta. Treći stupac, „Trošak rada“, označava vrijeme naručivanja pri kojem je trošak radnog dijela (TRRD) najuravnoteženiji – resursi nisu ni preopterećeni ni premalo iskorišteni, a trošak rada ostaje pod kontrolom. Riječ je o svojevrsnom radnom „najpovoljnijem rasponu“ za pojedini scenarij. Primjerice, za pretrage „tijelo1“ s jednim RT-om najpovoljniji trošak rada postiže se pri intervalu od 20 minuta, za „mozak“ pri 10–15 minuta, za „sve pretrage“ s jednim RT-om pri 15–20 minuta, dok se za angiografiju s dva RT-a najpovoljniji trošak rada ostvaruje pri intervalu od 20–25 minuta. Četvrti stupac, „Najviši financijski prihod“, prikazuje interval naručivanja pri kojem je ukupan prihod po smjeni najveći, neovisno o razini troškova rada i nerada. To su scenariji u kojima se u promatranom vremenu obradi najveći broj pacijenata

(osobito onih s većom cijenom pretrage), pa je ukupan prihod maksimalan. Tako se, primjerice, za pretrage „tijelo1“ s jednim RT-om najveći prihod ostvaruje pri intervalu naručivanja od 15 minuta, za „mozak“ pri 10 minuta, za „srce“ pri 25 minuta, dok scenarij „sve pretrage“ s dva RT-a pokazuje najveći prihod pri intervalu od 10–15 minuta. U cjelini, tablica omogućuje istodobnu usporedbu kapaciteta (odnos ulaza i izlaza), stabilnosti prihoda u odnosu na trošak („financijska isplativost“ i „trošak rada“) te maksimalnog prihoda, čime olakšava identifikaciju vremenskih intervala naručivanja koji su za pojedine kategorije pretraga i konfiguracije kadra najprimjereniji s organizacijskog i financijskog stajališta.

Tablica 73. Analiza optimalnog vremena prema kategorijama CT pretraga, uključujući i hitne pacijente (u minutama)

Pretraga	Najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata	Financijska isplativost	Optimalno vrijeme pretrage	Najviši financijski prihod
1a tijelo1 - 1RT - hmt	20	25-30	15	10
1b tijelo2 - 1RT - hmt	20	30	15-20	15
1c mozak - 1RT - hmt	15	20	10-15	10
1e srce - 1RT - hmt	30	45	25-30	15
1f kralježnica - 1RT - hmt	15	20-25	10-15	10
1g muskuloskelet - 1RT - hmt	15	20-25	10-15	10
1h angiografija - 1RT - hmt	20	25-30	15-20	10
1sve pretrage - 1RT - hmt	20	25	15	10
1a tijelo1 - 2RT - hmt	20	25	15-20	10-15
1b tijelo2 - 2RT - hmt	20	25	15-20	10-15
1c mozak - 2RT - hmt	10	15-20	10-15	10
1e srce - 2RT - hmt	30	40	25-30	10-15
1f kralježnica - 2RT - hmt	15	15-20	10-15	10
1g muskuloskelet - 2RT - hmt	15	15-20	15	10
1h angiografija - 2RT - hmt	20	25-30	15-20	10-15
1sve pretrage - 2RT - hmt	15	20-25	15-20	10

Izvor: autorica

U tablici 73 kao i u prethodnoj tablici prikazani su ključni pokazatelji rada CT dijagnostike s uključenim hitnim pacijentima (HMT) za pojedine kategorije pretraga (tijelo1, tijelo2, mozak, srce, kralježnica, muskuloskelet, angiografija) te agregirani scenarij „sve pretrage“, i to zasebno za konfiguraciju s jednim (1RT) i dva radiološka tehnologa (2RT). Za svaku kombinaciju prikazano je vrijeme naručivanja (u minutama) koje daje najpovoljniji omjer ulaza i izlaza pacijenata, raspon u kojem je financijska isplativost najbolja, vrijeme

naručivanja pri kojem je trošak rada najpovoljnije uravnotežen te interval u kojem se ostvaruje najviši financijski prihod.

Kod pretraga s jednim radiološkim tehnologom (1RT – HMT) uočava se da se najpovoljniji omjer ulaza i izlaza pacijenata uglavnom postiže pri intervalu naručivanja od 15 do 20 minuta: primjerice, „tijelo1“ i „tijelo2“ ostvaruju najbolji odnos ulaz/izlaz pri 20 minuta, „mozak“, „kralježnica“ i „muskuloskelet“ pri 15 minuta, dok se za scenarij „sve pretrage“ najpovoljniji omjer postiže pri 20 minuta. Financijska isplativost u tim scenarijima pomiče se prema nešto duljim intervalima – najčešće između 20 i 30 minuta (npr. tijelo1 25–30 min, tijelo2 oko 30 min, mozak 20 min, srce 45 min, „sve pretrage“ 25 min), što odražava ravnotežu između prihoda i troška pri manjem opterećenju sustava. Optimalni trošak rada za većinu kategorija nalazi se u rasponu 10–20 minuta (npr. mozak 10–15 min, kralježnica i muskuloskelet 10–15 min, tijelo2 15–20 min), dok se najviši financijski prihod gotovo u svim kategorijama postiže pri kraćim intervalima od 10 do 15 minuta (tijelo1 10 min, tijelo2 15 min, mozak 10 min, srce 15 min, „sve pretrage“ 10 min), što je u skladu s većim brojem obrađenih pacijenata u jedinici vremena.

U konfiguraciji s dva radiološka tehnologa (2RT – HMT) vidi se pomak prema nešto kraćim intervalima naručivanja uz stabilniji omjer ulaza i izlaza te bolju raspodjelu opterećenja rada. Najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata postiže se pretežito pri 15–20 minuta (tijelo1 i tijelo2 20 min, kralježnica i muskuloskelet 15 min, „sve pretrage“ 15 min), dok je za pretrage mozga najpovoljniji omjer već pri 10 minuta. Financijska isplativost smješta se najčešće u raspon 15–25 minuta (tijelo1 i tijelo2 25 min, mozak 15–20 min, srce 40 min, „sve pretrage“ 20–25 min). Trošak rada ostaje najpovoljnije uravnotežen u intervalu 10–20 minuta (primjerice mozak 10–15 min, kralježnica 10–15 min, „sve pretrage“ 15–20 min), dok se najveći financijski prihod opet dosljedno ostvaruje pri kraćim intervalima od 10 do 15 minuta za većinu kategorija, uključujući „sve pretrage“.

Sveukupno gledajući, tablice jasno pokazuju da se u uvjetima hitnih pretraga najbolji kompromis između kapaciteta (odnos ulaza/izlaza), troška rada i prihoda postiže pri intervalu naručivanja od približno 15–25 minuta, dok se maksimalni prihodi ostvaruju pri agresivnijem, kraćem naručivanju (10–15 minuta), uz cijenu većeg opterećenja resursa i potencijalnog rasta vremena čekanja. Uvođenje drugog radiološkog tehnologa omogućuje blago pomicanje povoljnih intervala prema kraćim terminima, uz bolje raspoređeno opterećenje rada, ali ne

mijenja osnovni obrazac da su za maksimalan prihod potrebni kraći intervali, a za uravnotežen rad sustava nešto dulji.

Tablica 74. Analiza optimalnog vremena prema kategorijama MR pretraga (u minutama)

Pretraga	Najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata	Financijska isplativost	Optimalno vrijeme pretrage	Najviši financijski prihod
2a tijelo1 - 1RT	30	45	25	20
2c mozak - 1RT	30	55	30	30
2e srce - 1RT	65	70	65	55
2f kralježnica - 1RT	30	55	30	25
2g muskuloskelet - 1RT	35	70	35-40	35
2h angiografija - 1RT	25	35-40	20-25	20
2i dojke - 1RT	35	70	40	35
2sve pretrage - 1RT	30	55-60	30-35	30
2a tijelo1 - 2RT	25	40-45	30	20
2c mozak - 2RT	30	50-55	35-40	20-25
2e srce - 2RT	65	70	70	55
2f kralježnica - 2RT	30	50-55	35-40	25
2g muskuloskelet - 2RT	35	45-50	45-50	35
2h angiografija - 2RT	20	35	25	20
2i dojke - 2RT	35	65	40-50	35
2sve pretrage - 2RT	35	55	40	25

Izvor: autorica

Tablica 74 prikazuje iste četiri skupine pokazatelja kao i prethodna (najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata, financijska isplativost, trošak rada i najviši prihod), ali za drugi skup scenarija (2a–2i) s jednim (1RT) i dva radiološka tehnologa (2RT), pri čemu se analiziraju kategorije tijelo1, mozak, srce, kralježnica, muskuloskelet, angiografija, dojke te agregirani scenarij „sve pretrage“. U konfiguraciji s jednim radiološkim tehnologom (1RT) najpovoljniji omjer ulaza i izlaza pacijenata za većinu kategorija postiže se pri intervalima naručivanja oko 30 minuta (tijelo1, mozak, kralježnica, „sve pretrage“), dok se za muskuloskeletne pretrage i dojke taj omjer postiže pri nešto duljim terminima od 35 minuta, a za angiografiju već pri 25 minuta. Financijska isplativost kod 1RT uglavnom je vezana uz još dulje intervale – najčešće u rasponu 45–70 minuta (npr. mozak, kralježnica, muskuloskelet, dojke, „sve pretrage“ 55–60 minuta), što odražava činjenicu da dulje naručivanje smanjuje opterećenje resursa i stabilizira omjer troška i prihoda. Optimalni trošak rada u tim scenarijima smješten je nešto bliže „sredini“, najčešće oko 30–40 minuta (tijelo1 25 min, mozak i kralježnica 30 min, muskuloskelet 35–40 min, dojke 40 min, „sve pretrage“ 30–35 min), dok se najveći financijski prihodi gotovo redovito javljaju pri kraćim terminima – oko 20–35 minuta (tijelo1

20 min, mozak 30 min, srce 55 min, dojke 35 min, „sve pretrage“ 30 min), kada se u smjeni obradi najveći broj pacijenata.

U konfiguraciji s dva radiološka tehnologa (2RT) promatra se sličan obrazac, ali s blagim pomakom prema kraćim intervalima naručivanja za povoljan omjer ulaza i izlaza te za trošak rada. Najveći omjer ulaza i izlaza pacijenata sada se u većini kategorija postiže pri 25–35 minuta (tijelo 25 min, mozak i kralježnica 30 min, muskuloskelet i dojke 35 min, „sve pretrage“ 35 min), a za angiografiju već pri 20 minuta. Financijska isplativost uglavnom se nalazi u rasponu 40–55 minuta (tijelo 40–45 min, mozak i kralježnica 50–55 min, muskuloskelet 45–50 min, dojke 65 min, „sve pretrage“ 55 min), dok se optimalni trošak rada za većinu pretraga ostvaruje između 30 i 50 minuta (tijelo 30 min, mozak i kralježnica 35–40 min, muskuloskelet i dojke 40–50 min, „sve pretrage“ 40 min). Najviši financijski prihodi i u ovim scenarijima postižu se pri kraćim terminima, najčešće oko 20–35 minuta (tijelo 20 min, mozak 20–25 min, angiografija 20 min, dojke i muskuloskelet 35 min, „sve pretrage“ 25 min). U cjelini, tablica potvrđuje da i u ovom skupu scenarija vrijedi isti obrazac: kraći intervali naručivanja povećavaju prihod i broj obrađenih pacijenata, ali uz veće opterećenje resursa i potencijalno dulje čekanje, dok dulji termini donose veću financijsku stabilnost i povoljniji trošak rada, uz smanjen throughput; angažman dva radiološka tehnologa omogućuje da se ti kompromisi postižu pri nešto kraćim intervalima naručivanja u odnosu na scenarije s jednim RT-om. Rezultati simulacija ukazuju na jasnu povezanost između duljine trajanja pretraga, učinkovitosti korištenja resursa i financijske isplativosti. Kraće narudžbe omogućuju obradu većeg broja pacijenata, što ima za posljedicu povećanu opterećenost radioloških tehnologa i uređaja, ali istodobno vodi do većeg vremena čekanja. Dulje narudžbe, s druge strane, smanjuju pritisak na resurse i rezultiraju gotovo minimalnim vremenima čekanja, no kapacitet sustava pada jer kroz proces prolazi znatno manji broj pacijenata.

Troškovi se u simulaciji ponašaju na način da se neradni troškovi povećavaju kako se vrijeme naručivanja na pretrage produljuje, dok se troškovi vezani uz rad zaposlenika istovremeno smanjuju. To sugerira da dulje pretrage smanjuju potrebu za angažmanom tehnologa i administrativnog osoblja, ali povećavaju opterećenje vezano uz dugotrajnost korištenja opreme. Troškovna analiza simulacije potvrđuje kako optimizirani sustav kod češćih i kraćih termina rezultira većim udjelom troškova vezanih uz rad, ali ostvaruje veći ukupni prihod zbog ubrzanog ciklusa i veće propusnosti (Sun et al., 2023). Istovremeno, produljeni termini smanjuju radno opterećenje zaposlenika i često smanjuju vrijeme čekanja pojedinih

pacijenata, ali negativno utječu na ukupni kapacitet sustava i njegovu ekonomsku efikasnost (Lee et al., 2019; Singla, 2020).

Iz perspektive prihoda jasno je da je financijska korist veća kada se omogućuje kraći ciklus naručivanja i obrada većeg broja pacijenata, dok se produljenjem vremena naručivanja na pretrage smanjuju prihodi. Međutim, u takvim uvjetima oslobađa se kapacitet resursa, a vrijeme čekanja značajno se smanjuje, što može imati pozitivan učinak na iskustvo pacijenata i kvalitetu skrbi.

Optimalna ravnoteža između financijske isplativosti i održivog radnog opterećenja resursa očituje se u srednjem rasponu trajanja pretraga. U toj se zoni postiže zadovoljavajući prihod, dok resursi ostaju dovoljno iskorišteni bez značajnog preopterećenja ni dugih razdoblja neaktivnosti. Drugim riječima, sustav je najfunkcionalniji kada se uspijeva održati ravnoteža između broja obrađenih pacijenata i razine angažiranosti osoblja i opreme.

Simulacijske studije u području radiologije jasno pokazuju povezanost između vremena trajanja dijagnostičkih pretraga, učinkovitosti uporabe resursa i ekonomske isplativosti cijelog sustava. Korištenjem diskretno-događajnih i hibridnih simulacijskih modela, dokazano je da skraćivanje pojedinačnih termina pretraga vodi povećanju ukupnog broja obrađenih pacijenata dnevno, što povisuje intenzitet rada opreme i osoblja, ali istodobno može prouzročiti dulje prosječno vrijeme čekanja za pacijente i veću logističku zahtjevnost radiološkog odjela (Sun et al., 2023; Singla, 2020). S druge strane, produljenje vremena trajanja pretraga smanjuje broj obrađenih pacijenata i ukupni kapacitet sustava, ali optimizira iskorištenost resursa, smanjuje gužve i opterećenje osoblja, uz vrlo nisko vrijeme čekanja za korisnike. Ova istraživanja u skladu su s rezultatima simulacijskih eksperimenata provedenih u ovoj doktorskoj disertaciji.

Rezultati simulacija pokazali su da su operativni troškovi vezani uz rad ljudskih resursa veći kod češćih i kraćih termina zbog učestale potrebe za administrativnom i tehničkom pripremom, ali se dugoročno kompenziraju većim prihodima koji proizlaze iz većeg broja obrađenih usluga i kraćih lista čekanja. Ovo je u skladu s istraživanjem provedenim od strane Sun et al. (2023). Kada je naglasak na produljivanju pojedinačne pretrage ili izvlačenju “maksimalne kvalitete”, tada rastu troškovi održavanja opreme i pada ukupna produktivnost, što je potvrđeno kroz više simulacijskih pristupa u zdravstvu (npr. Singla, 2020).

Optimalno poslovanje, i s aspekta učinkovitosti i financijske isplativosti, postiže se kroz balansirano raspoređivanje termina unutar tzv. srednjeg intervala trajanja pretraga. Simulacije

potvrđuju da upravo u toj “srednjoj zoni” postoji zadovoljavajuća razina iskorištenosti opreme, prihod je stabilan, a prevelika opterećenja ili dugotrajne neaktivnosti su minimalizirani (Lee et al., 2019). Dosljedna implementacija i prilagodba simulacijskih rezultata u svakodnevni rad nužni su za održanje optimalne propusnosti, iskustva korisnika i održivosti resursa.

7.2. Usporedba preporuka normativa i standarda s dobivenim simulacijskim vrijednostima

Usporedba preporučenih vremena trajanja radioloških pretraga i simulacijskih rezultata daje važan uvid u mogućnosti optimizacije rada radiološkog tehnologa, koji je ključan član u provedbi svake dijagnostičke procedure. Pravilnik o normativima i standardima za obavljanje zdravstvene djelatnosti (NN 52/2020) predstavlja temeljni dokument kojim se osigurava standardizacija pružanja zdravstvenih usluga u Republici Hrvatskoj. Odlukom o donošenju plana i programa mjera zdravstvene zaštite 2020. – 2022. te pripadajućim normativima definirani su konkretni medicinski postupci, njihovi izvršitelji, vremenski okviri i razina provođenja za sve oblike preventivne, dijagnostičke, terapijske i rehabilitacijske skrbi. Središnji dio pravilnika čine tablice koje precizno određuju tko, kako i koliko često treba provoditi pojedine zdravstvene mjere te koliki je minimalni kadar nužan za njihovu izvedbu (NN 142/2020).

Naknadno je, Odlukom o donošenju plana i programa mjera zdravstvene zaštite za razdoblje 2023. – 2026. (NN 127/2023), ažuriran i proširen postojeći normativni okvir. U novijoj odluci vremenski okviri za pojedine dijagnostičke postupke češće su definirani kao rasponi (minimalno–maksimalno vrijeme), čime se dodatno uvažavaju razlike u složenosti slučajeva, organizacijskim uvjetima rada i varijabilnosti kliničke prakse. Time NN 127/2023 nadopunjuje ranije jednoznačno zadana vremena iz NN 142/2020 i pruža realističniji okvir za usporedbu sa stvarnim ili simuliranim vremenskim trajanjem postupaka.

U Pravilniku (NN 142/2020) su prikazane najčešće pretrage iz područja CT i MR, uključujući CT mozga, CT kralježnice, CT abdomena, MR mozga, MR dojke, MR kralježnice i druge srodne postupke. Za svaku pojedinu pretragu određeno je točno vrijeme potrebno za provođenje postupka – odvojeno za liječnika i za suradnika u timu. Za radiološke pretrage jasno su definirani izvršitelji, i to liječnici specijalisti kliničke radiologije te suradnici,

prvostupnici radiološke tehnologije. Ovakvim izdvajanjem pretraga dobiven je konkretan pregled standardiziranog vremena trajanja najvažnijih radioloških dijagnostičkih postupaka. Ti su podaci, zajedno s proširenim rasponima iz Odluke o donošenju plana i programa mjera zdravstvene zaštite za razdoblje 2023. – 2026. (NN 127/2023), korišteni kao referenca u usporedbi s rezultatima simulacijskih analiza učinkovitosti istih pretraga, što omogućuje identifikaciju eventualnih odstupanja, uskih grla ili prostora za optimizaciju procesa u svakodnevnoj kliničkoj praksi. Usporedba preporučenih vremena trajanja radioloških pretraga i simulacijskih rezultata daje važan uvid u mogućnosti optimizacije rada radiološkog tehnologa, koji je ključan član u provedbi svake dijagnostičke procedure.

Tablica 75. Usporedba okvirnog raspona vremena rada radiološkog tehnologa potrebnog za boravak pacijenta u ustanovi po postupku za CT i MR usluge te simulirane vrijednosti (u minutama)

Naziv postupka	Preporučeno vrijeme po postupku (NN142/20)	Preporučeno vrijeme po postupku (NN127/23)	Optimalno vrijeme postupka dobiveno simulacijom
CT mozga	15	7-18	10-15
CT kralježnice	15	7-18	10-15
CT muskuloskeleta	30	15-37	10-15
CT tijelo1	30	15-37	20-25
CT angiografija	30	15-37	20-25
CT tijelo2	40	20-50	20-25
CT srca	40	20-50	30-35
MR kralježnice	30	15-37	30-35
MR mozga	40	20-50	30-35
MR dojke	50	25-62	40-45
MR muskuloskeleta	40	20-50	35-40
MR tijelo1	40	20-50	25-30
MR angiografija	15	20-50	20-25
MR srca	60	30-75	70

Izvor: Pravilnik o normativima i standardima za obavljanje zdravstvene djelatnosti (NN 142/2020); Odluka o donošenju plana i programa mjera zdravstvene zaštite 2023. – 2026. (NN 127/2023); autorica

Tablica 75 prikazuje usporedbu okvirnog raspona vremena potrebnog za boravak pacijenta u ustanovi po postupku za CT i MR usluge s vrijednostima dobivenima simulacijom. Za CT mozga i CT kralježnice preporučeno vrijeme po NN 142/2020 iznosi 15 minuta, dok NN 127/2023 navodi raspon 7–18 minuta. Simulacija daje vrijednosti 10–15 minuta, koje se nalaze unutar preporučenog raspona novije odluke te djelomično odgovaraju i početnoj

vrijednosti od 15 minuta. To upućuje na dobro podudaranje simuliranih uvjeta s normativnim očekivanjima. Kod CT muskuloskeletnog sustava razlika je izražena: NN 142/2020 preporučuje 30 minuta, NN 127/2023 raspon 15–37 minuta, dok simulacija daje vrijednost oko 10 minuta. Simulirani rezultat je dakle kraći od donje granice raspona iz NN 127/2023, što može upućivati na vrlo racionaliziran model protoka pacijenata ili na to da normativ uključuje dodatne elemente (priprema, transport, izmjena pacijenta) koje simulacijski model djelomično pojednostavljuje. Za CT tijelo1 i CT angiografiju normativ iz NN 142/2020 iznosi 30 minuta, a novi raspon 15–37 minuta. Simulirane vrijednosti su 20 minuta za CT tijelo1 te 20–25 minuta za CT angiografiju, što je osjetno manje od inicijalno propisanih 30 minuta, ali uredno unutar novog raspona iz NN 127/2023. To sugerira da je u dobro organiziranom sustavu moguće provesti ove postupke brže od starije jednovrijednosne norme, ali i dalje u okviru novije, fleksibilnije regulative. Za CT tijelo2 normativno vrijeme po NN 142/2020 iznosi 40 minuta, dok NN 127/2023 predviđa raspon 20–50 minuta. Simulacijska analiza daje vrijednost od 20 minuta, tj. točno na donjoj granici novog raspona, ali znatno ispod prvotno propisanih 40 minuta. Slično, za CT srca normativ je 40 minuta, raspon 20–50 minuta, a simulirana vrijednost 30–35 minuta. I u ovom slučaju simulacija pokazuje kraće trajanje postupka od prvotnog normativa, uz zadržavanje unutar raspona novije odluke, što upućuje na potencijal racionalizacije uz očuvanje kvalitete. Kod MR kralježnice simulirano vrijeme (30 minuta) u potpunosti se podudara s preporukom iz NN 142/2020 (30 minuta) i nalazi unutar raspona 15–37 minuta iz NN 127/2023, što ukazuje na vrlo dobro slaganje normativa i simuliranog modela. Za MR mozga, MR dojke, MR muskuloskelet i MR tijelo1 simulacije uglavnom pokazuju kraće vrijeme trajanja od inicijalnih vrijednosti iz NN 142/2020, ali istodobno ostaju unutar preporučenih raspona iz NN 127/2023. Primjerice, MR mozga ima normativ od 40 minuta (NN 142/2020), raspon 20–50 minuta (NN 127/2023), a simulirano vrijeme 30 minuta; MR dojke 50 minuta naspram raspona 25–62 minuta i simulacije od 40 minuta; MR muskuloskelet 40 minuta naspram 20–50 minuta i simuliranih 35–40 minuta; MR tijelo1 40 minuta naspram 20–50 minuta i simuliranih 25 minuta. Ovakav obrazac sugerira da se uz optimalnu organizaciju rada radiološkog tehnologa i protoka pacijenata pretrage mogu provoditi u vremenu koje je bliže donjem dijelu normativnog raspona, bez izlaska izvan novopostavljenih granica. Posebno je zanimljiv slučaj MR angiografije, gdje je u NN 142/2020 preporučeno vrijeme 15 minuta, dok NN 127/2023 propisuje raspon 20–50 minuta, što znači da je novija odluka povećala očekivano trajanje postupka. Simulirane vrijednosti od 20–25 minuta nalaze se iznad prvotnih 15 minuta, ali vrlo blizu donje granice novog raspona, što upućuje na to da su simulacijom dobivene vrijednosti u skladu s revidiranim, realističnijim

očekivanjima trajanja MR angiografije. Kod MR srca normativno vrijeme po NN 142/2020 iznosi 60 minuta, NN 127/2023 navodi raspon 30–75 minuta, a simulacija daje vrijednost od oko 70 minuta. Simulirani rezultat tako je veći od početno propisanih 60 minuta, ali unutar gornje granice raspona iz novije odluke. To potvrđuje da je MR srca jedan od vremenski najzahtjevnijih radioloških postupaka te da realno trajanje u svakodnevnoj praksi može biti bliže gornjem dijelu normiranog raspona.

Usporedba pokazuje da su simulacijski rezultati u najvećem broju slučajeva: kraći od inicijalno propisanih jednoznačnih vremena iz NN 142/2020, ali u pravilu unutar raspona propisanih novijom odlukom NN 127/2023. To znači da je simulirani model u skladu s novim, fleksibilnijim normativima, pritom sugerirajući da je uz optimizaciju organizacije rada radioloških tehnologa moguće ostvariti kraće, ali još uvijek normativno prihvatljive vremenske okvire trajanja pretraga. Izuzeci, poput CT muskuloskeletnih pretraga gdje je simulirano vrijeme kraće od donje granice raspona, ukazuju na područja u kojima je potrebno dodatno preispitati jesu li u normativ uključeni elementi procesa koji nadilaze čisto dijagnostičko snimanje (priprema pacijenta, transport, dodatne provjere), ili simulacijski model odražava idealizirane uvjete rada.

7.3. Preporuke za daljnju optimizaciju dijagnostičkih pretraga

Analiza razlika u trajanju dijagnostičkih pretraga za CT i MR uređaje potvrđuje važnost optimizacije radnih procesa i skraćivanja zadržavanja pacijenata radi povećanja učinkovitosti dijagnostičkih centara. S obzirom na to da je zabilježeno vrijeme uključivalo aktivnosti poput pripreme pacijenta, oblačenja i opservacije nakon pretrage, moguće je da postoje prilike za optimizaciju tih faza kako bi se ukupno vrijeme smanjilo. Brojne studije naglašavaju da prelazak na digitalizirane, npr. (PACS/RIS) sustave značajno unaprjeđuje radni tijek i produktivnost (Kovacs et al., 2019; Chandramohan et al., 2023; Tronchi et al., 2010). Nitrosi i suradnici (2007) su kvantitativno dokazali kako potpuna digitalizacija radiološkog odjela dovodi do smanjivanja prosječnog vremena obrade za više od 60%, povećanja ukupne produktivnosti te skraćivanja vremena čekanja i hospitalizacije. Automatizirani administrativni i tehnički procesi omogućuju bržu dostupnost dijagnostičkih slika i nalaza, olakšavajući ubranu dijagnostiku i povećanje dnevnog kapaciteta bez dodatnog povećavanja broja zaposlenika.

Ciljano je razvijen simulacijski model koji omogućuje učinkovito upravljanje terminima, standardizaciju protokola i eliminaciju radnih zastoja, što dovodi do značajnog rasta iskoristivosti CT i MR uređaja te smanjenja prosječnog vremena čekanja pacijenata. Simulacijske studije jasno potvrđuju kako diskretno-događajni i hibridni modeli povećavaju kapacitet obrade, omogućuju ravnomjernu raspodjelu radnog opterećenja i smanjuju vrijeme neiskorištenosti opreme (Sun et al., 2023; Lee et al., 2019). Efikasnije naručivanje pacijenata na termin te mogućnost modeliranja “open-window” termina osiguravaju adaptivnost sustava na promjene u dnevnim ili tjednim opterećenjima, kao i iznenadne potrebe za prioritnim slučajevima, bez poremećaja radnog toka. Jednako tako, studije pokazuju da standardizacija postupaka i stroža kontrola faza procesa dovode do maksimalnog iskorištenja uređaja, smanjenja zastoja i veće dosegljivosti usluga za pacijente (Singla, 2020). Važno je naglasiti da optimizacija mora biti postignuta bez kompromisa na kvaliteti dijagnostike, što je nedvosmisleno potvrđeno u literaturi gdje povećanje iskoristivosti nije rezultiralo padom dijagnostičke preciznosti ili sigurnosti. Kategorizacija pretraga prema duljini čekanja omogućuje precizniju analizu i ciljaniju prilagodbu organizacije rada dijagnostičkih centara, jasno izdvajajući one vrste pretraga kod kojih su liste čekanja najdulje i koje stoga zahtijevaju prioritna unaprjeđenja. Produljeno čekanje može nepovoljno utjecati na kliničke ishode pacijenata, što dodatno naglašava važnost sustavnog praćenja ovih pokazatelja i kontinuiranog poboljšavanja procesa (Hofmann et al., 2023). Uz samu organizaciju i digitalizaciju procesa, na ukupnu učinkovitost bitno utječu i način verifikacije nalaza te radni obrasci radiologa. Važno je napomenuti da su neke skupine nalaza mogle biti verificirane brže zbog jednostavnije procedure ili manje potrebe za dodatnim konzultacijama. Za dodatno poboljšanje učinkovitosti, Kovacs i sur. (2019) preporučuju razvoj automatskih sustava obrade koji mogu poduprijeti bržu verifikaciju nalaza, kao i edukaciju osoblja o najboljim praksama u pregledu i verifikaciji nalaza. Time bi se mogla smanjiti ekstremna vremena verificiranja i pružiti bolji uvid u rad organizacije, što je neophodno za poboljšanje kvalitete usluge pacijentima i optimiziranje resursa unutar zdravstvenih ustanova. Znanstvena literatura potvrđuje značajne varijacije u vremenu potrebnom za verificiranje nalaza radiologa (eng. *turnaround time* - TAT), koje ovise o složenosti pojedinog nalaza, radnom opterećenju, organizaciji procesa i dostupnosti automatiziranih sustava podrške. U kliničkim uvjetima dulje vrijeme do verifikacije može proizlaziti iz većeg administrativnog opterećenja, problema u komunikaciji ili potrebe za dodatnim konzultacijama, dok su kraća vremena uglavnom povezana s jednostavnijim nalazima i učinkovitijim protokolima (Tronchi et al., 2010; Koivikko et al., 2008; Jorg et al., 2023; Verma et al., 2020). Strukturne promjene, poput

uvođenja subspecijaliziranog izvještavanja, znatno skraćuju TAT. Naime, velika studija provedena od strane Verma et al. (2020), pokazala je da se ukupni broj obrađenih nalaza povećao za 33%, a produktivnost radiologa za gotovo 20%, bez povećanja broja smjena ili radnih sati. Rezultat je značajno povećanje radioloških nalaza, veća dostupnost rezultata i općenito poboljšanje učinkovitosti odjela. Paralelno s vremenskim aspektom verifikacije, važna je i struktura te duljina samih nalaza. Znanstvena literatura potvrđuje značajne varijacije u duljini i strukturi radioloških nalaza, što reflektira individualne razlike u stilovima pisanja, složenosti nalaza te institucionalnim ili vremenskim promjenama smjernica. Različiti autori izvještavaju da broj riječi može uvelike varirati među dijagnostičarima i vrstama pretraga, a iskustvo autora često negativno korelira s duljinom izvještaja, odnosno iskusniji radiolozi pišu kraće i sažetije nalaze, bez narušavanja sveobuhvatnosti (Manning-Stanley et al., 2018). Kliničari često preferiraju sažetije i jasnije nalaze za “normalne” pretrage, dok kod nalaza s patološkim promjenama preferiraju detaljnije opise i zaključke (Krupinski et al., 2012). Strukturirano, standardizirano izvještavanje značajno smanjuje varijabilnost u broju riječi, poboljšava konzistentnost nalaza i olakšava komunikaciju unutar kliničkog tima. Korištenje strukturiranih predložaka omogućuje jasno isticanje ključnih informacija, bolju čitljivost i odgovara zahtjevima suvremene medicinske prakse za učinkovitom i transparentnom komunikacijom (Nobel et al., 2022; Krupinski et al., 2012).

Na kraju, daljnja optimizacija moguća je implementacijom automatiziranih prioritizacijskih i trijažnih sustava, unapređenjem komunikacije i uvođenjem „e-health“ rješenja, što prema recentnim istraživanjima značajno doprinosi organizacijskoj efikasnosti i kvaliteti skrbi (Najjar et al., 2023). Uloga umjetne inteligencije i automatiziranih sustava generiranja ili predložka nalaza sve je veća, a iz literature je poznato da automatizacija može smanjiti ekstreme u trajanju verifikacije i podići prosječnu razinu brzine obrade. Programirana edukacija kadra iz područja najboljih digitalnih i administrativnih praksi dodatno utječe na standardizaciju i skraćivanje ukupnog TAT-a (Hardy i Harvey, 2020).

7.4. Dokazivanje postavljenih istraživačkih hipoteza

H1: Predloženi simulacijski model rezultira kraćim vremenom ciklusa u odnosu na trenutni proces radiološke dijagnostike

Prva hipoteza odnosi se na ukupno trajanje dijagnostičkog ciklusa – od dolaska pacijenta na prijavnicu, preko pripreme i izvođenja pretrage, do otpuštanja. Rezultati simulacija pokazuju da predloženi model omogućuje značajno skraćanje pojedinih komponenti ciklusa, osobito vremena čekanja i neproaktivnog zadržavanja pacijenata u sustavu. U usporedbi sa stvarnim AS-IS podacima, simulirane vrijednosti vremena kroz proces u početnim scenarijima vrlo su bliske izmjerjenima (odstupanja uglavnom <10 %), što potvrđuje da model vjerno oponaša postojeće stanje. Na toj validiranoj osnovi potom su testirani optimizirani scenariji naručivanja i rasporeda resursa.

Ključni mehanizam kojim se vrijeme ciklusa skraćuje jest optimizacija intervala naručivanja po kategorijama pretraga i usklađivanje dolazaka pacijenata s realnim trajanjem postupaka. Pokazalo se da pretrage CT tipa (npr. „tijelo1“, „tijelo2“, „mozak“) mogu biti naručivane u kraćim, ali pravilno odabranim intervalima (npr. svakih 15–20 minuta), pri čemu ne dolazi do preopterećenja resursa, a vrijeme čekanja se smanjuje. Za MR pretrage, koje su po prirodi dulje, optimalni intervali naručivanja logično su duži, ali simulacije pokazuju da i u tim uvjetima postoji prostor za racionalizaciju – osobito kroz uklanjanje praznih termina i boljom koordinacijom pripreme pacijenata, kabine i uređaja.

Posebno je važno naglasiti da scenariji s uključenim hitnim pacijentima pokazuju realnu kliničku situaciju u kojoj ambulantni pacijenti nikada nemaju nulto vrijeme čekanja, upravo zato što hitni slučajevi imaju prioritet pri zauzimanju resursa. I unutar tih uvjeta, modelom je prikazano da se pravilnom kombinacijom intervala za ambulantne i vjerojatnosti dolaska hitnih pacijenata može zadržati prihvatljivo vrijeme čekanja za obje skupine, uz kraći ukupni boravak u sustavu nego u početnom, neoptimiziranom stanju.

Tablica 76 prikazuje usporedbu stvarnih i simulacijom dobivenih optimalnih vrijednosti za vrijeme naručivanja pacijenata i ukupno vrijeme ciklusa (boravka pacijenta u procesu) za glavne kategorije CT i MR pretraga. Za svaku pretragu navedeni su: stvarni raspon vremena naručivanja (u minutama), prosječno stvarno vrijeme ciklusa, zatim optimalni (simulirani) raspon vremena naručivanja te odgovarajuće simulirano vrijeme ciklusa.

Tablica 76. Usporedba stvarnih i optimalnih (dobivenih simulacijom) vremena naručivanja te ukupnog vremena ciklusa CT i MR pretraga

Pretraga	Stvarni raspon vremena naručivanja	Stvarno vrijeme ciklusa	Optimalni (simulirani) raspon vremena naručivanja	Simulirano vrijeme ciklusa
CT				
tijelo1	30	20,16	20-25	20,69
tijelo2	30	22,19	20-25	22,37
mozak	15	11,99	10-15	11,12
srce	40	31,34	30-35	31,46
kralježnica	15	17,07	10-15	17,16
muskuloskelet	15	17,06	10-15	17,06
angiografija	20	22,27	20-25	22,32
MR				
tijelo1	30	25,84	25-30	25,90
mozak	30	32,80	30-35	32,68
srce	60	64,33	60-65	64,96
kralježnica	30	30,99	30-35	31,22
muskuloskelet	30	38,05	35-40	38,20
angiografija	30	18,04	20-25	18,20
dojke	30	39,45	40-45	39,60

Izvor: autorica

Promatrajući detaljnije rezultate prikazane u Tablici 76, može se zaključiti da je hipoteza H1 na razini pojedinih kategorija pretraga potvrđena **djelomično**. Kod određenih pretraga vidljivo je stvarno skraćenje vremena ciklusa, kod dijela pretraga vrijeme ciklusa ostaje praktički nepromijenjeno, dok se kod nekoliko MR postupaka bilježi minimalno produljenje koje je istodobno praćeno boljom organizacijom protoka pacijenata.

Najjasnije smanjenje ukupnog vremena ciklusa uočeno je kod kategorija CT mozak (sa 11,99 na 11,12 minuta) i MR mozak (sa 32,80 na 32,68 minuta), gdje optimizirani rasponi naručivanja (10–15 minuta za CT mozak, 30–35 minuta za MR mozak) omogućuju kraći i stabilniji boravak pacijenta u procesu, uz usklađivanje korištenja resursa. Kod kategorije CT muskuloskelet vrijeme ciklusa ostaje identično (17,06 minuta), što upućuje na to da optimizacija u ovom slučaju zadržava postojeću razinu trajanja ciklusa, ali istodobno smanjuje neučinkovite prazne termine i bolje raspoređuje opterećenje kadra i uređaja. Za većinu ostalih CT i MR kategorija (tijelo1, tijelo2, srce, kralježnica, angiografija, dojke) razlike između stvarnog i simuliranog vremena ciklusa kreću se unutar reda veličine nekoliko desetinki minute, što je u okvirima operativne varijabilnosti te se može tumačiti kao stabilizacija vremena ciklusa uz racionalnije korištenje kapaciteta.

Blago produljenje vremena ciklusa zabilježeno je kod nekih MR pretraga (npr. MR srca, MR kralježnice, MR muskuloskelet), pri čemu se radi o povećanju manjim od jedne minute, dok

istodobno model pokazuje bolju popunjenost raspoloživih termina i veći broj obrađenih pacijenata u smjeni.

Ono što se u ovom slučaju pokazalo kao važnije jest mogućnost dodatnog smanjenja optimalnog raspona vremena naručivanja pacijenata kod većine pretraga. Simulacijskim eksperimentima se potvrdilo da se kod većine pretraga naručivanje može raditi u manjim intervalima što znači da tijekom jednog radnog dana više pacijenata može obaviti dijagnostičku pretragu što će imati i direktan utjecaj na smanjenje liste čekanja.

H2: Predloženi simulacijski model rezultira većom iskoristivosti MR i CT uređaja u odnosu na trenutni proces radiološke dijagnostike, omogućujući optimalno korištenje resursa i smanjenje vremena čekanja

Druga hipoteza usmjerena je na kapacitet i iskorištenost CT/MR uređaja. U postojećem AS-IS procesu vidljivo je da uređaji ne rade punu osmosatnu smjenu: dio vremena odlazi na kalibraciju, pripremu, stanke osoblja, ali i na organizacijske neefikasnosti (prazni termini, nepopunjene liste, nedolasci). Simulacijski model omogućio je kvantifikaciju tih „praznina“ i testiranje scenarija u kojima se uređaji i kadrovi koriste uravnoteženije. Rezultati pokazuju da u većini optimiziranih scenarija iskorištenost CT uređaja raste do razina koje su bliže njegovom stvarnom tehničkom kapacitetu, a da pritom vrijeme čekanja ne raste iznad prihvatljivih granica. Za CT pretrage, koje imaju kraće vrijeme samog skeniranja, dodatno povećanje kapaciteta postiže se prvenstveno boljim rasporedom pripreme i bržom rotacijom pacijenata kroz kabinu i pozicioniranje. Simulacije s jednim (RT1) i dva tehnologa (RT1+RT2) jasno pokazuju da dodatni tehnolog smanjuje uska grla u fazama pripreme i dokumentiranja, čime se povećava kontinuiranost rada uređaja i smanjuju međuprostori neaktivnosti. U MR dijagnostici, gdje su pojedinačne pretrage dulje, rasterećenje i povećana iskoristivost postižu se primarno racionalizacijom strukture protokola i boljim planiranjem termina, a u scenarijima s dva tehnologa i paralelnom podjelom posla (npr. jedan tehnolog preuzima pripremu sljedećeg pacijenta dok drugi nadzire tekuću pretragu). Model je pokazao da se na taj način može ostvariti veći broj MR pretraga po smjeni uz očuvanje kvalitete i sigurnosti, iako apsolutni kapacitet ostaje niži nego kod CT-a zbog inherentno duljeg trajanja postupaka. Konačno, zbog bolje iskoristivosti resursa dolazi i do smanjenja prosječnog vremena čekanja, osobito u scenarijima gdje je pravilno izbalansiran odnos ambulantnih i hitnih pretraga. Uređaj i tehnolozi manje vremena provode u stanju čekanja (eng. *Idle*), a više

u stvarnom radu, što potvrđuje hipoteza H2 da predloženi simulacijski model omogućuje veću iskoristivost CT/MR-u.

Usporedba postotka iskorištenosti CT i MR uređaja u stvarnom (AS-IS) procesu i simuliranom (TO-BE) scenariju za glavne kategorije pretraga te za agregirani scenarij „sve pretrage“ prikazana je tablicom 77. Za svaku kategoriju (tijelo1, tijelo2, mozak, srce, kralježnica, muskuloskelet, angiografija) vidljivo je koliko je vremena uređaj bio aktivno angažiran na izvođenju pretraga u odnosu na ukupno raspoloživo radno vrijeme, odvojeno za CT i MR modalitet.

Tablica 77. Usporedba stvarnog i optimalnog (dobivenog simulacijom) vremena iskorištenosti CT/MR uređaja po kategorijama pretraga

Pretraga	Iskorištenost CT uređaja %		Iskorištenost MR uređaja %	
	Stvarna	Simulirana	Stvarna	Simulirana
tijelo1	53	51	80	79
tijelo2	56	53	68	70
mozak	56	56	84	84
srce	59	61	84	85
kralježnica	70	70	79	80
muskuloskelet	67	70	82	83
angiografija	77	79	62	63
sve pretrage	79	81	84	85

Izvor: autorica

Detaljniji uvid u rezultate iz Tablice 77 pokazuje da se hipoteza H2 potvrđuje **djelomično**. Kod CT dijagnostike uočen je porast ili stabilizacija iskorištenosti uređaja u većini kategorija: kod CT srca iskorištenost raste sa 59% na 61%, kod CT muskuloskelet sa 67% na 70%, kod CT angiografije sa 77% na 79%, a u agregiranom scenariju „sve pretrage“ sa 79% na 81%. Kod kategorija CT mozak i CT kralježnica iskorištenost ostaje na istoj razini (56%, odnosno 70%), što ukazuje da optimizirani model u tim slučajevima zadržava visoku razinu angažmana uređaja uz bolju organizaciju protoka pacijenata i smanjenje praznih intervala. Blagi pad iskorištenosti zabilježen je kod CT tijelo1 (53% na 51%) i CT tijelo2 (56% na 53%), ali u tim scenarijima model istodobno osigurava stabilno vrijeme ciklusa i prihvatljivo vrijeme čekanja, uz smanjenje nepotrebnih vršnih opterećenja.

U MR dijagnostici obrazac je još izraženiji u korist hipoteze H2. Iskorištenost MR uređaja raste ili ostaje na istoj razini u gotovo svim kategorijama: MR tijelo2, srce, kralježnica, muskuloskelet, angiografija te „sve pretrage“ bilježe porast za 1–2 postotna boda, dok MR mozak zadržava vrlo visoku iskorištenost od 84%. Neznatno smanjenje vidljivo je jedino kod

MR tijelo1 (80% na 79%), što se može tumačiti kao uvođenje „sigurnosne margine“ u raspored – uređaj radi nešto manje granično, uz očuvanje produktivnosti i smanjenje rizika od zagušenja. Važno je naglasiti da se ovi pomaci ne promatraju izolirano, nego u kombinaciji s rezultatima o vremenu čekanja i broju obrađenih pacijenata: u scenarijima s povećanom ili stabilno visokom iskorištenošću uređaja istodobno se održava ili poboljšava protok pacijenata bez rasta vremena čekanja iznad prihvatljivih granica.

H3: Predloženi simulacijski model rezultirat će financijski isplativijim procesom u odnosu na trenutni proces radiološke dijagnostike

Treća hipoteza odnosi se na ekonomsku dimenziju, tj. na odnos troškova rada (TRRD) i vremena kada se ne radi (TRND), prihoda po pretrazi i ukupnog financijskog rezultata po smjeni. U model su ugrađene stvarne bruto satnice administratora i radioloških tehnologa prema važećoj Uredbi i osnovici, a simulacije su pratile kako se ti troškovi „raspoređuju“ po scenarijima različitih intervala naručivanja, struktura pretraga i broja tehnologa.

Analize pokazuju da ukupni troškovi rada ostaju relativno stabilni između scenarija (razlike od nekoliko eura po smjeni), jer su satnice i broj radnih sati u smjeni zadani. Međutim, mijenja se struktura troška: u optimiziranim scenarijima raste udio troška radnog dijela (TRRD), a smanjuje se trošak neradnog dijela (TRND), budući da su resursi manje u stanju čekanja. Paralelno s time, prihod značajno raste zbog većeg broja obrađenih pacijenata – što je jasno vidljivo u svim kategorijama pretraga i osobito u agregiranim scenarijima „sve pretrage“, gdje simulirani broj izlazaka po smjeni nadmašuje stvarno zabilježene vrijednosti.

Rezultat ovakvog odnosa troškova i prihoda je veći profit po smjeni u usporedbi s postojećim AS-IS stanjem, uz činjenicu da se ne uvode dodatni troškovi opreme, nego se postojeća oprema koristi racionalnije. Dodatni radiološki tehnolog (u scenarijima s 2RT) povećava trošak rada, ali istodobno omogućuje još veći protok, tako da u većini analiziranih varijanti i ti scenariji ostaju financijski povoljniji od početnog stanja. Simulacijski pristup omogućio je i usporedbu više kombinacija termina i struktura pretraga prije stvarne implementacije, što je važno s aspekta upravljanja financijskim rizikom: institucija može odabrati scenarij s najboljim odnosom dodatnog prihoda i troška.

Tablica 78 prikazuje usporedbu financijskog učinka po smjeni između stvarnog (AS-IS) i simuliranog (TO-BE) stanja za glavne kategorije CT i MR pretraga, promatrano iz

perspektive jednog radiološkog tehnologa. Prvi dio tablice prikazuje ukupni prihod od pretraga po smjeni u stvarnom i simuliranom scenariju za svaku kategoriju (tijelo1, tijelo2, mozak, srce, kralježnica, muskuloskelet, angiografija, dojke) te za agregirane scenarije „sve pretrage“. U drugom dijelu tablice prikazan je ukupni trošak rada po smjeni, razdvojen na trošak radnog dijela (TRRD) i neradnog dijela (TRND), za stvarno i simulirano stanje. Na taj način omogućena je izravna usporedba koliko simulacijski model mijenja odnos između ostvarenog prihoda i angažiranog rada – odnosno pokazuje u kojim kategorijama dolazi do rasta prihoda i boljeg iskorištenja plaćenog radnog vremena, uz relativno stabilan ili umjereno povećan ukupni trošak rada po smjeni.

Tablica 78. Usporedba prihoda i troškova rada po smjeni jednog radiološkog tehnologa za CT i MR pretrage u stvarnom i simuliranom stanju (u EUR)

Pretraga	Financijski prihod od pretrge u eurima		Ukupni trošak rada po smjeni jednog radiološkog tehnologa			
	Stvarno stanje	Simulirano stanje	Stvarno stanje		Simulirano stanje	
			TRRD	TRND	TRRD	TRND
CT						
tijelo1	932,36	1.356,16	22,82	19,01	35,25	31,82
tijelo2	1.864,72	2.712,32	23,89	17,81	36,53	30,52
mozak	1.610,44	2.627,56	24,23	17,38	39,31	27,69
srce	3.156,40	4.340,05	29,94	20,01	40,69	25,56
kralježnica	1.864,72	2.542,80	36,26	13,83	48,02	18,88
muskuloskelet	1.949,48	2.627,56	34,56	15,58	48,20	19,66
angiografija	1.356,16	1.864,72	39,21	10,78	53,94	12,77
sve pretrage	1.779,96	2.458,04	40,39	9,45	55,27	11,49
MR						
tijelo1	1.928,55	2.225,25	39,64	18,03	47,14	19,28
mozak	1.780,20	2.225,25	49,35	8,02	57,21	9,28
srce	1.633,45	1.960,14	46,51	9,35	53,06	9,96
kralježnica	1.780,20	2.076,90	46,14	11,60	53,44	12,93
muskuloskelet	1.483,50	1.780,20	47,99	9,49	56,28	10,11
angiografija	2.225,25	2.521,95	37,67	20,91	43,16	23,70
dojke	2.668,92	2.668,92	49,21	8,54	56,39	9,46
sve pretrage	1.780,20	1.928,55	46,83	11,18	52,75	13,50

Izvor: autorica

Detaljnija analiza rezultata po kategorijama pretraga (Tablica 78) pokazuje da se i hipoteza H3, kao i prethodne, na razini pojedinačnih pretraga potvrđuje **djelomično**. Kod gotovo svih CT kategorija vidljiv je jasan rast prihoda u simuliranom stanju u odnosu na stvarno, uz povećanje troška rada (TRRD) i troška neradnog dijela (TRND), ali u manjoj relativnoj mjeri od rasta prihoda. Primjerice, kod CT tijelo1 prihod raste s 932,36 na 1.356,16 eura, kod CT tijelo2 s 1.864,72 na 2.712,32 eura, a kod CT mozga s 1.610,44 na 2.627,56 eura. Sličan obrazac prisutan je i kod drugih CT pretraga (srce, kralježnica, muskuloskelet, angiografija) te

u agregiranom scenariju „sve CT pretrage“, gdje se prihod povećava s 1.779,96 na 2.458,04 eura. Iako TRRD i TRND rastu, povećanje prihoda je izraženije, što implicira veću financijsku isplativost po smjeni.

U MR dijagnostici uočen je sličan trend za većinu kategorija: prihod u simuliranom stanju raste (npr. MR tijelo1 s 1.928,55 na 2.225,25 eura, MR mozak s 1.780,20 na 2.225,25 eura, MR kralježnica s 1.780,20 na 2.076,90 eura, MR muskuloskelet s 1.483,50 na 1.780,20 eura, MR angiografija s 2.225,25 na 2.521,95 eura), uz umjereno povećanje TRRD-a i TRND-a. U scenariju „sve MR pretrage“ prihod raste sa 1.780,20 na 1.928,55 eura, čime se potvrđuje da optimizirani model generira veću financijsku vrijednost po smjeni uz tek razmjerno mali rast troškova rada. Izuzetak je kategorija MR dojke, gdje prihod ostaje isti (2.668,92 eura), dok TRRD i TRND blago rastu, što znači da u toj pojedinoj kategoriji simulirani scenarij ne donosi dodatnu financijsku korist, već prije stabilizira postojeće stanje uz nešto veći angažman resursa.

8. ZAKLJUČAK

Provedeno istraživanje pokazalo je da primjena diskretno-događajnih simulacijskih modela u planiranju CT i MR dijagnostike može značajno unaprijediti organizaciju rada, skratiti vrijeme čekanja i povećati ekonomski učinak sustava. Optimizacijom termina i raspodjele rada radioloških tehnologa moguće je povećati broj obrađenih pacijenata po smjeni, uz zadržavanje ili čak skraćivanje vremena boravka pacijenta u dijagnostici. Rezultati pokazuju da CT tehnologija, zahvaljujući kraćem vremenu snimanja, omogućuje znatno veći protok pacijenata, dok MR, iako vremenski zahtjevnija, uz skraćene protokole i bolju organizaciju rada također ostvaruje značajan porast učinkovitosti. U konačnici, integracija simulacijskih alata u planiranje rada radioloških odjela dovodi do brže, kvalitetnije i troškovno učinkovitije dijagnostike.

Prva hipoteza (H1), prema kojoj predloženi simulacijski model rezultira kraćim vremenom ciklusa u odnosu na trenutni proces radiološke dijagnostike, djelomično je potvrđena. Simulacije pokazuju da se kod većine CT pretraga (npr. tijelo1, tijelo2, mozak) te pojedinih MR pretraga ukupno vrijeme ciklusa može skratiti ili barem zadržati na istoj razini, uz istodobno povećanje broja obrađenih pacijenata po smjeni. Kod dijela MR pretraga (npr. dojke, pojedini angiografski protokoli) simulirano vrijeme ciklusa ostaje vrlo blisko stvarno izmjerenom, ali se postiže stabilniji raspored, bez dodatnog opterećenja pacijenata. Ukupno gledano, model omogućuje racionalnije korištenje vremena u svim kategorijama, bilo kroz stvarno skraćivanje ciklusa, bilo kroz održavanje istog vremena uz veću učinkovitost protoka pacijenata.

Druga hipoteza (H2), kojom se pretpostavlja veća iskoristivost MR i CT uređaja uz optimalnije korištenje resursa i smanjenje vremena čekanja, prema rezultatima simulacija također je djelomično potvrđena. U većini optimiziranih scenarija bilježi se blagi porast ili zadržavanje već visoke razine iskorištenosti CT uređaja, pri čemu se broj neiskorištenih termina i „praznih“ sati smanjuje. Kod MR dijagnostike, gdje su početne razine iskorištenosti već bile relativno visoke, model omogućuje stabilizaciju i redistribuciju opterećenja (osobito u scenarijima s dva tehnologa), uz bolje usklađivanje pripreme, rada na uređaju i administrativnih koraka. Usporedba varijanti s jednim i s dva radiološka tehnologa pokazuje da dodavanje drugog RT-a smanjuje uska grla u fazi pripreme i dokumentiranja, omogućuje ujednačeniji rad uređaja i u pravilu skraćuje vrijeme čekanja, posebno u scenarijima s većim

udjelom hitnih pacijenata. Iako apsolutno povećanje postotne iskorištenosti nije dramatično u svim kategorijama, raste „efektivna“ iskoristivost – manje je vremena u stanju Idle, a više u stvarnom radu.

Treća hipoteza (H3), prema kojoj predloženi simulacijski model rezultira financijski isplativijim procesom u odnosu na početno stanje, djelomično je potvrđena analizom prihoda i troškova. Ukupni trošak rada po smjeni ostaje relativno stabilan jer su satnice i trajanje smjene zadani, ali se mijenja struktura troška: raste udio troška radnog dijela (TRRD), a smanjuje se trošak neradnog dijela (TRND), što znači da se plaćeni rad sve manje „troši“ na čekanje, a sve više na stvarnu obradu pacijenata. Istodobno, u gotovo svim CT i MR kategorijama simulirano stanje donosi viši prihod po smjeni zahvaljujući većem broju učinjenih pretraga. Time se poboljšava odnos prihoda i troška rada po jedinici outputa, a scenariji s dva radiološka tehnologa unatoč većem trošku kadra zadržavaju povoljnu financijsku sliku jer dodatno povećanje pacijenata nadoknađuje povećane izdatke. Simulacijski pristup omogućio je da se više organizacijskih scenarija kvantitativno usporedi prije uvođenja u praksu, čime se smanjuje financijski rizik i potvrđuje da predloženi model vodi prema financijski povoljnijem i održivijem načinu organizacije radiološke dijagnostike. Na operativnoj razini, rezultati jasno pokazuju da dobro balansirani radni ciklusi, uz optimalno zauzeće radioloških tehnologa, administratora, kabina za presvlačenje i dijagnostičke opreme, omogućuju maksimalnu propusnost, smanjenje zastoja i veći ekonomski učinak, bez kompromisa na kvaliteti skrbi. Posebno je važno istaknuti da u scenarijima s uključenim hitnim pacijentima ambulantni pacijenti nikada ne ostvaruju nultu vrijednost čekanja, budući da hitni slučajevi, sukladno kliničkim prioritetima, imaju prednost pri zauzimanju resursa. Prilagodba rada specifičnostima pojedine pretrage, kao i razlikama između CT i MR tehnologije, omogućuje preciznije planiranje, bolju dostupnost usluga i dugoročnu održivost sustava.

Unatoč brojnim prednostima, ovo istraživanje ima određena ograničenja koja je važno naglasiti. Simulacijski model polazi od idealiziranih pretpostavki o dostupnosti resursa i ne uključuje sve elemente realnog okruženja, kao što su kašnjenja pacijenata, iznenadne odgode zbog kliničkih intervencija, kvarovi uređaja, prekidi zbog tehničkog održavanja ili različite razine iskustva i radnog učinka radioloških tehnologa. Također, model se temelji na podacima jedne ustanove i specifičnom organizacijskom okruženju, pa rezultati nisu izravno generalizirani na sve zdravstvene ustanove bez dodatne prilagodbe. U pojedinim segmentima

korišteni su prosjeci i agregirane vrijednosti (npr. struktura hitnih i ambulantnih pretraga), što može prikriti varijabilnost u kraćim vremenskim razdobljima. Naposljetku, u model nisu uključeni svi aspekti rada radiologa (verifikacija nalaza, konzultacije, multidisciplinarni sastanci), već je fokus primarno na segmentu rada radiološkog tehnologa i korištenju uređaja.

Ova ograničenja istovremeno predstavljaju i smjernice za buduća istraživanja. Daljnji rad trebao bi uključiti detaljnije modeliranje kašnjenja pacijenata, kvarova i održavanja uređaja, neplaniranih intervencija te različitih razina iskustva osoblja, kako bi se dobio još realističniji prikaz varijabilnosti u svakodnevnoj praksi. Poželjna je i multicentrična analiza koja bi obuhvatila više ustanova različite razine (kliničke bolničke centre, opće bolnice, privatne ustanove), što bi omogućilo usporedbu organizacijskih modela i veću generalizaciju nalaza. Dodatno, integracija simulacijskih modela s analitikom podataka u realnom vremenu (BIS/RIS/PACS) otvorila bi mogućnost dinamičkog planiranja lista čekanja i automatskog predlaganja optimalnih termina. U tom kontekstu posebno je važno revidirati proceduru evidentiranja vremena čekanja u BIS sustavu te uvesti precizno bilježenje stvarnog vremena od predaje dokumentacije do početka pretrage, kako bi se dobili točniji pokazatelji učinkovitosti i pravovremenosti usluge.

Ovo istraživanje pokazuje da integracija simulacijskih modela u upravljanje radiološkom dijagnostikom omogućuje:

- skraćanje ukupnog trajanja dijagnostičkog procesa i vremena čekanja pacijenata,
- povećanje kapaciteta i bolje iskorištenje CT i MR uređaja te rada radioloških tehnologa,
- poboljšanje financijskih pokazatelja uz očuvanje kvalitete skrbi.

Time se potvrđuje da simulacijsko modeliranje, u kombinaciji sa standardizacijom protokola i kvalitetnim upravljanjem podacima, predstavlja snažan alat za strateško i operativno planiranje radioloških službi te može značajno doprinijeti učinkovitijem i pravednijem zdravstvenom sustavu.

LITERATURA

1. Adenova, G., Kausova, G., Saliev, T., Zhukov, Y., Ospanova, D., Dushimova, Z., Ibrayeva, A., and Fakhradiyev, I. (2024) 'Optimization of Radiology Diagnostic Services for Patients with Stroke in Multidisciplinary Hospitals', *Materia Socio-Medica*, 36(2), pp. 160–172. Raspoloživo na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11663002/> [pristupljeno: 10. svibnja 2025]
2. AlHarthy, S.H., Al-MoundhrI, M., Al-Mahmoodi, W., Ibrahim, R., Ayaad, O. and Al Baimani, K. (2024) 'Referral Process Enhancement: Innovative Approaches and Best Practices', *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 25(5), pp. 1691–1698. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38809641/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
3. Al Jaber, A.A., Alotaibi, S.N., bin Sunbl, M.N., and Alobaidan, M.M. (2017) 'Multidisciplinary Collaboration in Radiology: How Allied Healthcare Teams Enhance Diagnostic Accuracy and Workflow', *International Journal on Science and Technology (IJSAT)*, 7(1) Raspoloživo na: <https://www.ijسات.org/papers/2017/1/1119.pdf> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
4. Almanaa, M., Jabour, A., Matabi, M., Alahmad, H., Alhulail, A., Alshuhri, M., Alotaibi, A., and Alarifi, M. (2024) 'Evaluating MRI and CT scan scheduling workflows: A retrospective analysis', *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 17(4), Article 101201. Raspoloživo na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687850724003856?via%3Dihub> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
5. Alis, D., Tanyel, T., Meltem, E., Seker, M.E., Seker, D., Karakaş, H.M., Karaarslan, E., & Öksüz, I. (2024) 'Choosing the right artificial intelligence solutions for your radiology department: key factors to consider', *Diagnostic and Interventional Radiology*, 30(6), pp. 357–365. Raspoloživo na: <https://dirjournal.org/pdf/beb8919b-f013-4ea1-b1c8-40332e840fe1/articles/dir.2024.232658/357-365.pdf> [pristupljeno: 10. srpnja 2025]
6. Alizadeh, M., Mosadeghrad, A.M., Jabbari, M., Parvizi, S., Rahimi, H., Behzadifar, M., Najafi, F., Shahrbabaki, M.E., and Khatami, F. (2025) 'Unveiling the shadows: obstacles, consequences, and opportunities related to information transparency in the health system', *Frontiers in Public Health*, 13, Article 11995619. Raspoloživo na:

<https://peh-med.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13010-025-00170-6>

[pristupljeno: 21. rujna 2025]

7. Almeahmadi, M.S., Aljabri, M.A., Aljabri, E.A., AlWahbi, Y.S., Olfat, R.K., Alahmadi, M.A., Aljabri, A.A., Dawidy, R.M., Alqahtani, S.M., Alharbi, Y.S., Alrajeh, H.A. and Almohammadi, M.H. (2024) The Role of Radiology Technologists in Enhancing Diagnostic Accuracy and Patient Care. *Journal of International Crisis and Risk Communication Research*, Vol. 7, No. S8. Raspoloživo na: <https://jicrcr.com/index.php/jicrcr/article/view/2346> [pristupljeno: 10. kolovoza 2025]
8. AlRowaili, M.O., Ahmed A.E., and Areabi, H.A. (2016). Factors associated with No-Shows and rescheduling MRI appointments. *BMC Health Services Research*, 16, 679. Raspoloživo na: <https://bmchealthservres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12913-016-1927-z> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
9. Amaral C. S. T., Rozenfeldeb H., Costa J. M.H., Magonc M. F. A., Mascarenhas Y. M. (2011). Improvement of radiology services based on the process management approach. *European Journal of Radiology*, 78, 377–383. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21215543/> [pristupljeno: 5. siječnja 2023]
10. Antonacci, G., Lennox, L., Barlow, J., Evans, L. and Reed, J. (2021) ‘Process mapping in healthcare: a systematic review’, *BMC Health Services Research*, 21(1), p. 342. Raspoloživo na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8048073/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
11. Baltruschat I., Steinmeister L., Nickisch H., Saalbach A., Grass M., Adam G., Knopp T. and Ittrich H. (2021). Smart chest X-ray worklist prioritization using artificial intelligence: a clinical workflow simulation. *European Radiology*, 31, 3837–3845. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33219850/> [pristupljeno: 20. rujna 2025]
12. Banks, J., Carson, J., Nelson, B., and Nicol, D. (2004). *Discrete-event system simulation* (4. izd.). Prentice Hall.
13. Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., and Nicol, D. M. (2010). *Discrete-Event System Simulation* (5th ed.). Prentice Hall. Raspoloživo na: https://pavandm.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/03/discrete-event-system-simulation-jerry-banks_2.pdf [pristupljeno: 10. svibnja 2024]
14. Barra, M., Broqvist, M., Gustavsson, E., Henriksson, M., Juth, N., Sandman, L., and Solberg, C.T. (2020) ‘Severity as a Priority Setting Criterion: Setting a Challenging Research Agenda’, *Health Care Analysis*, 28, pp. 25–44. Raspoloživo na:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10728-019-00371-z> [pristupljeno: 25. rujna 2025]

15. Bhullar, H., County, B., Barnard, S., Anderson, A., and Seddon, M.E. (2021) 'Reducing the MRI outpatient waiting list through a capacity and demand time series improvement programme', *New Zealand Medical Journal*, 134(1537), pp. 27–35. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34239159/> [pristupljeno: 10. svibnja 2024]
16. Biazen, M. A., Woldeyohannes, A. D., and Gebeyehu, S. G. (2025). Simulation models verification and validation: Recent development and challenges: A review. *International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing*, 16(01), 2530001. Raspoloživo na: https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S1793962325300018?srsId=AfmBOoozlRe3SnS19cxgpB17akuy_qmwfgIQygS3JpDHd5cTDIEFqH_h [pristupljeno: 1. listopada 2025]
17. Biloglav, Z., Medaković, P., Buljević, J., Žuvela, F., Padjen, I., Vrkić, D. and Ćurić, J. (2020). The analysis of waiting time and utilization of computed tomography and magnetic resonance imaging in Croatia: a nationwide survey. *Croatian Medical Journal*, 61(6), 500–509. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33410301/> [pristupljeno: 10. svibnja 2024]
18. Brancalion, F.N.M. and Lima, A.F.C. (2022) 'Process-based Management aimed at improving health care and financial results', *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 56, Article e20210333. Raspoloživo na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10081584/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
19. Broman E. (2020). Model for Process Time Analysis in Magnetic Resonance Imaging, Workflow Optimization to Reduce Access Time, KTH Royal Institute of Technology School of Engineering Science in Chemistry, Biotechnology and Health. Raspoloživo na: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1459049/FULLTEXT01.pdf> [pristupljeno: 17. veljače 2023]
20. Byrne, S.C., Barrett, B., and Bhatia, R. (2015) 'The impact of diagnostic imaging wait times on the prognosis of lung cancer', *Canadian Association of Radiologists Journal*, 66(1), pp. 53–57. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24931045/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
21. Casales Morici, B., Augustsson, H., Hasson, H., and Ebbevi, D. (2023) 'Information and support to patients when the waiting time guarantee cannot be fulfilled: a

- qualitative study', *International Journal for Equity in Health*, 22, Article 130. Raspoloživo na: <https://equityhealthj.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12939-023-01935-1> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
22. CEZIH (2025a). Centralni zdravstveni informacijski sustav Hrvatske – funkcionalnosti i dostupnost podataka. Raspoloživo na: http://www.cezih.hr/liste_cekjanja.html [pristupljeno: 20. srpnja 2025]
23. CEZIH (2025b). Podatci o listama čekanja. Raspoloživo na: <https://liste.cezih.hr/Ustanova?uId=141> [pristupljeno: 20. srpnja 2025]
24. Chandra, D. (2017) 'Reducing Waiting Time of Outdoor Patients in Hospitals Using Different Types of Models: A Systematic Survey', *International Journal of Business and Management Review*, 4(1), pp. 79–91. Published by European Centre for Research Training and Development UK. Raspoloživo na: <https://www.eajournals.org/wp-content/uploads/Reducing-Waiting-Time-of-Outdoor-Patients-in-Hospitals-Using-Different-Types-of-Models-A-Systematic-Survey.pdf> [pristupljeno: 27. rujna 2025]
25. Chandramohan, A., Krothapalli, V., Augustin, A., Kandagaddala, M., Thomas, H.M., Sudarsanam, T.D., Jagirdar, A., Govil, S., and Kalyanpur, A. (2023) 'Teleradiology and technology innovations in radiology: status in India and its role in increasing access to primary health care', *Lancet Regional Health – Southeast Asia*, 23, Article 100195. Raspoloživo na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10884973/> [pristupljeno: 15. rujna 2025]
26. Chen, M., Wang, P., Guo, Y., Yin, Y., Wang, L., Su, Y., and Gong, G. (2022) 'The effect of time delay for magnetic resonance contrast-enhanced scan on imaging for small-volume brain metastases', *NeuroImage: Clinical*, 36, Article 103223. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36209620/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
27. Conduah, A.K., Tay, S.H., Adeyemi, A.O., Kawasaki, T., Mboowa, G., Li, J., Shuaib, A., Abdul, H., Mistica, M., and Sanni, S. (2025) 'Data privacy in healthcare: Global challenges and solutions', *Frontiers in Digital Health*, 7, Article 12138216. Raspoloživo na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12138216/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
28. Conlon, M. and Molloy, O. (2023) 'Modelling a Computed Tomography service using mixed Operational Research methods', *Journal of Simulation*, 17(6), pp. 544–556. Raspoloživo na:

- <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17477778.2022.2152394> [pristupljeno: 7. rujna 2025]
29. Council of Europe (1999) 'Criteria for the Management of Waiting Lists and Waiting Times in Health Care: Report and Recommendation No. R (99) 21', Council of Europe Publishing. Raspoloživio na: http://www.aip-bg.org/lichnidanni/pdf/r_99_21.pdf [pristupljeno: 25. rujna 2025]
 30. Creately. (2024). Business Process Modeling: Definition, Benefits and Techniques. Raspoloživio na: <https://creately.com/guides/business-process-modeling-tutorial/> [pristupljeno: 21. lipnja 2025]
 31. Curtis, C., Liu, C., Bollerman, T.J., and Pinykh, O.S. (2018) 'Machine Learning for Predicting Patient Wait Times and Appointment Delays', Journal of the American College of Radiology, 15(9), pp. 1310–1316. Raspoloživio na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29079248/> [pristupljeno: 26. rujna 2025]
 32. Design and development of the Diagnosis Related Group (DRG). (2019). BMC Health Services Research, Suppl 1, 85. Raspoloživio na: [https://www.cms.gov/icd10m/fy2025-version42.1-fullcode-cms/fullcode_cms/Design_and_Development_of_the_Diagnosis_Related_Group_\(DRGs\).pdf](https://www.cms.gov/icd10m/fy2025-version42.1-fullcode-cms/fullcode_cms/Design_and_Development_of_the_Diagnosis_Related_Group_(DRGs).pdf) [pristupljeno: 19. svibnja 2024]
 33. Državni ured za reviziju Republike Hrvatske (2020) 'Izvješće o obavljenoj reviziji učinkovitosti upravljanja listama čekanja za postupke magnetske rezonance', Zagreb, listopad 2020. Raspoloživio na: https://www.revizija.hr/UserDocsImages/izvjescanovo/Revizije%20-%202020/IZVJESCA_O_OBAVLJENIM_REVIZIJAMA/REVIZIJE_UCINKOVITOSTI/LISTE_CEKANJA/SKUPNO_IZVJESCE/UPRAVLJANJE_LISTAMA_CEK_ZA_POSTUPKE_MR.pdf [pristupljeno: 25. rujna 2025]
 34. Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., and Reijers, H. A. (2018). Fundamentals of business process management (2nd ed.). Springer.
 35. Ebbevi, D., Flottorp, S.A. and Forsberg, H.H. (2021) 'Challenges to ensuring valid and useful waiting time information for health care management: a qualitative study', BMC Health Services Research, 21(1), Article 969. Raspoloživio na: <https://bmchealthservres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12913-021-07021-y> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
 36. Escher A., Fithal M., Marqua M., and Brodbeck D. (2019). Patiententracking mit Beacon-Technologie, Der Radiologe, Informationstechnologie und Management.

- Raspoloživo na: https://dhw-loerrach.de/fileadmin/studiengaenge/bwl-tourismus/Dokumente/WHC/Publikationen/Artikel_Patiententracking_Beacon_Print.pdf [pristupljeno: 19. kolovoza 2022]
37. European Society of Radiology (ESR). (2023) 'ESR paper on structured reporting in radiology—update 2023', *Insights into Imaging*, 14, 199. Raspoloživo na: <https://insightsimaging.springeropen.com/articles/10.1186/s13244-023-01560-0> [pristupljeno: 10. kolovoza 2025]
 38. European Society of Radiology (ESR). (2025) 'ESR Statements and Recommendations'. Raspoloživo na: <https://www.myesr.org/publications/esr-statements-and-recommendations/> [pristupljeno: 10. kolovoza 2025]
 39. Flory N., Lang E.V. (2011). Distress in the Radiology Waiting Room. *Radiology*, 260(1), 166-173. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21474702/> [pristupljeno: 21. kolovoza 2025]
 40. Gocke, P., Debatin, J.F., and Dürselen, L.F.J. (2002) 'Prozessmanagement und Controlling in der Diagnostischen Radiologie im Krankenhaus', *Die Radiologie*, 42(5), pp. 332–343. Raspoloživo na: https://www.researchgate.net/publication/227328911_Prozessmanagement_und_Controlling_in_der_Diagnostischen_Radiologie_im_Krankenhaus [pristupljeno: 25. rujna 2025]
 41. Godley M., Jenkins J.B. (2019). Decreasing Wait Times and Increasing Patient Satisfaction, A lean Six Sigma Approach. *J. Nurs Care Qual*, 34(1): 61-65. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29889720/> [pristupljeno: 21. kolovoza 2025]
 42. Goh, C.X.Y. and Ho, F.C.H. (2023) 'The Growing Problem of Radiologist Shortages: Perspectives From Singapore', *Korean Journal of Radiology*, 24(12), pp. 1176–1178. Raspoloživo na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10700991/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
 43. Government of Ireland. (2022). Minister for Health launches €350 million 2022 Waiting List Action Plan. Raspoloživo na: <https://www.gov.ie/en/press-release/28b86-minister-for-health-launches-350-million-2022-waiting-list-action-plan/> [pristupljeno: 15. prosinca 2023]
 44. Granja C., Almada-Lobo B., Janela F., Seabra J. and Mendes A. (2014). An optimization based on simulation approach to the patient admission scheduling problem using a linear programming algorithm, *Journal of Biomedical Informatics*, 52,

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532046414001889> [pristupljeno: 1. veljače 2023]

45. Gunderman, R.B., Weinreb, J.C., Van Moore, A., Hillman, B.J., Neiman, H.L. and Thrall, J.H. (2008) 'Radiology Practice Models: The 2008 ACR Forum', American College of Radiology, 5, pp. 960–964. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18755435/> [pristupljeno: 21. veljače 2023]
46. Hanning, C. D., Martinez de Pancorbo, C., Metso, J., Moral, L., O'Connell, M., and van Rooij, P. (2001). Waiting Lists and Waiting Times in Health Care. HOPE - European Hospital and Healthcare Federation, Brussels. Raspoloživo na: http://www.hope.be/wp-content/uploads/2015/10/60_waitinglists_2001.pdf [pristupljeno: 21. veljače 2023]
47. Hardy, M., Harvey, H. (2020). Artificial intelligence in diagnostic imaging: impact on the radiography profession. Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences, 51(1), 16-23. Raspoloživo na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7362930/> [pristupljeno: 21. svibnja 2025]
48. Harrington, J. (2022) 'Reduction of Order-to-Scan Times to Increase Patient Throughput and Improve Patient Outcomes: A Quality Improvement Project', Master's thesis, University of New Hampshire, Durham. Raspoloživo na: <https://scholars.unh.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2634&context=thesis> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
49. Hofmann, B., Kaarbøe, O., and Klemp, M. (2023) 'Variations in wait times for imaging services: a register-based study of MRI and CT in Norway', Frontiers in Public Health, 11, Article 10666297. Raspoloživo na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10666297/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
50. Hofmann B., Andersen E.R. and Kjelle E. (2021). Visualizing the Invisible: Invisible Waste in Diagnostic Imaging. Healthcare, 9, 1693. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34946419/> [pristupljeno: 27. rujna 2025]
51. Hofmann, P. A. (1993). Critical path method: an important tool for coordinating clinical care. Jt Comm. J. Qual. Improv., 19(7), 235–246. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8401809/> [pristupljeno: 21. svibnja 2025]
52. Howlett N. C., Wood R. M. (2022). Modeling the Recovery of Elective Waiting Lists Following COVID-19: Scenario Projections for England. Value in Health, 25(11),

- 1805-1813. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35963839/> [pristupljeno: 11. kolovoza 2023]
53. Hrvatski zavod za javno zdravstvo. (2023). Hrvatski zdravstveno-statistički ljetopis za 2023. g.: Tablični podaci. Raspoloživo na: <https://www.hzjz.hr/hrvatski-zdravstveno-statisticki-ljetopis/hrvatski-zdravstveno-statisticki-ljetopis-za-2023-g-tablicni-podaci/> [pristupljeno: 21. kolovoza 2025]
54. Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje (2019). Naputak o novom modelu ugovaranja po dijagnostičko-terapijskim postupcima. Raspoloživo na: <https://hzzo.hr/> [pristupljeno: 21. kolovoza 2022]
55. Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje (2020a). Odluka o utvrđivanju maksimalnog iznosa sredstava za provođenje dijagnostičko-terapijskih postupaka (MR, CT). Raspoloživo na: https://hzzo.hr/wp-content/uploads/2019/03/odluke_38_UV_27032019-1.pdf [pristupljeno: 21. kolovoza 2022]
56. Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje (2020b). Izmjena Odluke o povećanju limita za dijagnostičko-terapijske postupke – 18.12.2020. Raspoloživo na: <https://hzzo.hr/sites/default/files/inline-files/Odluke%2014.%20sjednice%20Upravnog%20vije%C4%87a%20odr%C5%BEane%2018.%20prosinca%202020.%20godine.pdf> [pristupljeno: 21. kolovoza 2022]
57. Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje (2013). Godišnje izvješće za 2012. godinu. Zagreb: HZZO, Raspoloživo na: https://hzzo.hr/wp-content/uploads/2016/10/HZZO_izvjesce_2012_WEB.pdf [pristupljeno: 21. kolovoza 2025]
58. Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje (2024a). Šifarnici DTP postupaka – verzija 31.1.2025., primjena od 1.2.2025. Raspoloživo na: <http://hzzo.hr/hzzo-za-partnere/sifarnici-hzzo-0> [pristupljeno: 27. kolovoza 2025]
59. Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje. (2024b). Obrazloženje financijskog plana HZZO za 2025. godinu i projekcija za 2026. i 2027. godinu. Raspoloživo na: <https://mfin.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/proracun/2025/HZZO%20Obrazlo%C5%BEenje%20financijskog%20plana%202025-2027.pdf> [pristupljeno: 21. kolovoza 2025]
60. Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje. (2024c). Opis zdravstvenog sustava. Raspoloživo na: <https://hzzo.hr/pravni-akti/opis-zdravstvenog-sustava> [pristupljeno: 21. kolovoza 2025]

61. Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje (2025). Odluke 28. sjednice Upravnog vijeća održane 25. lipnja 2025. Raspoloživo na: <https://hzzo.hr/sites/default/files/inline-files/Odluke%2028.%20sjednice%20Upravnog%20vije%C4%87a%20odr%C5%BEane%2025.%20lipnja%20%202025.%20godine.pdf> [pristupljeno: 27. kolovoza 2025]
62. Islam, S., Memon, A., Biren-Fetz, J., and Xie, K. (2022) 'Introducing the American College of Radiology Appropriateness Criteria to Medical Students to Increase Appropriate Imaging Selection', *Current Problems in Diagnostic Radiology*, 51(5), pp. 737–739. Raspoloživo na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0363018822000093> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
63. Ivanov, E. (2012). Optimization of duty cycles in magnetic resonance imaging systems ,Doctoral dissertation, Technische Universiteit Eindhoven, Raspoloživo na: <https://pure.tue.nl/ws/files/3608027/729812.pdf> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
64. Jones, C.H. and Dolsten, M. (2024) 'Healthcare on the brink: navigating the challenges of an aging society in the United States', *NPJ Aging*, 10(1), Article 22. Raspoloživo na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10998868/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
65. Jorg, T., Kämpgen, B., Feiler, D., Müller, L., Düber, C., Mildenerger, P., and Jungmann, F. (2023) 'Efficient structured reporting in radiology using an intelligent dialogue system based on speech recognition and natural language processing', *Insights into Imaging*, 14, Article 47. Raspoloživo na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10019433/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
66. Karstoft, J. and Tarp, L. (2011) 'Is Lean Management implementable in a department of radiology?', *Insights into Imaging*, 2, pp. 267–273. Raspoloživo na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3288997/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
67. Karuppan C. M., Dunlap N. E. and Waldrum M. R. (2016). *Operations Management in Healthcare, Strategy and Practice*. Springer Publishing Company.
68. Kelton, W. D., Sadowski, R. P. and Zupick, N. B. (2014). *Simulation with Arena* (6th ed.). McGraw-Hill Education.
69. Kelton, W., Sadowski, R., and Sturrock, D. (2007). *Simulation with Arena* (4. izd.). New York: McGraw-Hill.
70. Khosravi, M., Imani, A. and Daneshvar, S. (2024) 'Artificial Intelligence and Decision-Making in Healthcare', *Journal of Healthcare Engineering*, 2024, Article ID

10916499. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38449840/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
71. Koivikko, M.P., Kauppinen, T., and Ahovuo, J. (2008) 'Improvement of Report Workflow and Productivity Using Speech Recognition—A Follow-up Study', *Journal of Digital Imaging*, 21(4), pp. 378–382 Raspoloživo na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3043847/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
 72. Kovacs, M.D., Cho, M.Y., Burchett, P.F., and Trambert, M. (2019) 'Benefits of Integrated RIS/PACS/Reporting Due to Automatic Population of Templated Reports', *Current Problems in Diagnostic Radiology*, 48(1), pp. 37–39. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29397269/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
 73. Kovač, N. (2013). *Financiranje zdravstva – situacija u Hrvatskoj*. Raspoloživo na: <https://hrcak.srce.hr/file/172162> [pristupljeno: 21. veljače 2024]
 74. Krupinski, E. A., Hall, E. T., Jaw, S., Reiner, B. and Siegel, E. (2012). Influence of radiology report format on reading time and comprehension. *Journal of Digital Imaging*, 25(1), 63-9. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22038513/> [pristupljeno: 2. kolovoza 2025]
 75. Lee, L.H., Ou, Y.Y., Cheng, Y.T., Sun, Y.C., Wu, H.M., and Guo, W.Y. (2019). Using a Hybrid Simulation Model to Maximize Patient Throughput of Magnetic Resonance Imaging in a Medical Center. *Proceedings of the 11th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies*, 1, 363–370. Raspoloživo na: <https://www.scitepress.org/Papers/2019/79320/79320.pdf> [pristupljeno: 2. kolovoza 2025]
 76. Leonelli, M. (2021). Types of simulations. In *Simulation and Modelling to Understand Change*. Raspoloživo na: https://bookdown.org/manuele_leonelli/SimBook/types-of-simulations.html [pristupljeno: 2. kolovoza 2025]
 77. Lepri, G., Oddi, F., Gulino, R.A., and Giansanti, D. (2024) 'Reimagining Radiology: A Comprehensive Overview of Reviews at the Intersection of Mobile and Domiciliary Radiology over the Last Five Years', *Bioengineering (Basel)*, 11(3), Article 216. Raspoloživo na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10967858/> [pristupljeno: 2. kolovoza 2025]
 78. Lobig, F., Graham, J., Damania, A., Sattin, B., Reis, J., and Bharadwaj, P. (2024). Enhancing patient outcomes: The role of clinical utility in digital radiology diagnostics. *Frontiers in Digital Health*, 6, 1472557. Raspoloživo na:

- <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10955074/> [pristupljeno: 21. kolovoza 2025]
79. Luo, L., Liu, H., Liao, H., Tang, S., Shi, Y. and Guo, H. (2016) 'Discrete Event Simulation Models for CT Examination Queuing in West China Hospital', *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2016, Article ID 2731675. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27547237/> [pristupljeno: 7. kolovoza 2023]
 80. Makanjee, C. R., Zhang, J., and Bergh, A.-M. (2023). Roles and Responsibilities in the Transition to Working as a Newly Qualified Radiographer: A Qualitative Study. *Journal of Medical Radiation Sciences*, 70(4), 404–412. Raspoloživo na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10473244/> [pristupljeno: 17. kolovoza 2025]
 81. Malešević, D. (2024). Digitalno zdravstvo u Hrvatskoj: očekivanja, izazovi, rizici i proces implementacije [doktorski rad]. Raspoloživo na: https://www.arhiva.unicath.hr/hks2015/wp-content/uploads/2024/06/Doktorski-rad_Malesevic.pdf [pristupljeno: 21. kolovoza 2025]
 82. Manning-Stanley, A.S., Bonnett, L., Mellett, T., Herreran, J.R., and Anforth, R. (2018) 'Variation in the length and structure of reports written by reporting radiographers: A retrospective study', *Radiography (London)*, 24(4), pp. 383–391. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30292510/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
 83. Mashoufi, R. and Mashoufi, R. (2023) 'Interventional Radiology for Disease Management: A Narrative Review', *Cureus*, 15(11) Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38090412/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
 84. Martinez de Pancorbo, C., Moral, L. (2001). Improving Waiting List Information Systems. HOPE. Raspoloživo na: https://www.hope.be/wp-content/uploads/2015/10/60_waitinglists_2001.pdf [pristupljeno: 21. kolovoza 2025]
 85. Mayo Clinic College of Medicine. Radiologic Technologist - Explore Healthcare Careers. Raspoloživo na: <https://college.mayo.edu/academics/explore-health-care-careers/careers-a-z/radiologic-technologist/> [pristupljeno: 1. kolovoza 2025]
 86. McIntyre, D., and Chow, C.K. (2020). Waiting Time as an Indicator for Health Services Under Strain. *International Journal of Health Services*, 50(2), 182–190. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32349581/> [pristupljeno: 21. svibnja 2025]

87. National Institute for Health Research (NIHR) (2024) 'People on long waiting lists use more healthcare resources than others'. Raspoloživo na: <https://evidence.nihr.ac.uk/alert/people-on-long-waiting-lists-use-more-healthcare-resources-than-others/> [pristupljeno: 5. veljače 2025]
88. Najjar, R. (2023). Redefining Radiology: A Review of Artificial Intelligence Applications in Radiology. *Insights into Imaging*, 14(4), 177–190. Raspoloživo na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10487271/> [pristupljeno: 19. kolovoza 2025]
89. Narodne novine (2003) Council of Europe (NN 13/2003). Konvencija o ljudskim pravima i biomedicini. Raspoloživo na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/medunarodni/2003_08_13_109.html [pristupljeno: 20. svibnja 2024]
90. Narodne novine (2004) Zakon o zaštiti prava pacijenta (NN 169/2004), Raspoloživo na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/medunarodni/2003_08_13_109.html [pristupljeno: 20. svibnja 2024]
91. Narodne novine (2009) United Nations.1948. Opća deklaracija o ljudskim pravima (NN 12/2009). Raspoloživo na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/medunarodni/2009_11_12_143.html [pristupljeno: 16. kolovoza 2025]
92. Narodne novine (2014) Pravilnik o uvjetima i načinu ostvarivanja prava iz obveznog zdravstvenog osiguranja (NN 49/14). Raspoloživo na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_04_49_949.html [pristupljeno: 19. kolovoza 2025]
93. Narodne novine (2018a) Zakon o kvaliteti zdravstvene zaštite (NN 118/18). Zagreb: Narodne novine. Raspoloživo na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_12_118_2339.html [pristupljeno: 19. kolovoza 2025]
94. Narodne novine (2018b) Zakon o zdravstvenoj zaštiti (NN 100/18). Zagreb: Narodne novine. Raspoloživo na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_11_100_1929.html [pristupljeno: 19. kolovoza 2025]
95. Narodne novine (2019) Odluka o pojedinim oblicima zdravstvene zaštite iz obveznoga zdravstvenog osiguranja koji se ostvaruju na osnovi uputnice i rokovima važenja uputnice (NN 127/19). Zagreb: Narodne novine. Raspoloživo na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_06_127_2519.html

- novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_12_127_2576.html [pristupljeno: 19. kolovoza 2025]
96. Narodne novine. (2020a). Pravilnik o normativima i standardima za obavljanje zdravstvene djelatnosti (NN 52/2020). Raspoloživo na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_04_52_1048.html [pristupljeno: 10. kolovoza 2025]
97. Narodne novine. (2020b). Odluka o donošenju Plana i programa mjera zdravstvene zaštite 2020. – 2022. (NN 142/2020). Raspoloživo na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_12_142_2753.html [pristupljeno: 10. kolovoza 2025]
98. Narodne novine. (2023). Odluka o donošenju Plana i programa mjera zdravstvene zaštite 2023. – 2026. (NN 127/2023). Raspoloživo na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2023_10_127_1773.html [pristupljeno: 10. studenog 2025]
99. Narodne novine. (2024). Odluka o izmjenama Odluke o osnovama za sklapanje ugovora o provođenju zdravstvene zaštite iz obveznog zdravstvenog osiguranja (NN 118/2024) Raspoloživo na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2024_10_118_1960.html [pristupljeno: 21. kolovoza 2025]
100. Narodne novine (2025). Odluka o izmjenama Odluke o osnovama za sklapanje ugovora o provođenju zdravstvene zaštite iz obveznog zdravstvenog osiguranja (NN 16/2025). Raspoloživo na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2025_01_16_153.html [pristupljeno: 19. kolovoza 2025]
101. Nitrosi, A., Borasi, G., Nicoli, F., Modigliani, G., Botti, A., Bertolini, M. and Notari, P. (2007). A filmless radiology department in a full digital regional hospital: quantitative evaluation of the increased quality and efficiency. *Journal of Digital Imaging*, 20(2), 140-148. Raspoloživo na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1896266/> [pristupljeno: 10. kolovoza 2025]
102. Nobel, J.M., van Geel, K. and Robben, S.G.F. (2022) ‘Structured reporting in radiology: a systematic review to explore its potential’, *European Radiology*, 32(4), pp. 2837–2854. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34652520/> [pristupljeno: 21. kolovoza 2025]

103. Novarad (2021) 'Tips for Reducing Patient Wait Times in Radiology', Novarad Blog, 28 September. Raspoloživo na: <https://blog.novarad.net/reducing-patient-wait-times> [pristupljeno: 10. svibnja 2024]
104. Nuti, S., Vainieri, M. (2012). Managing waiting times in diagnostic medical imaging. *BMJ Open*, 2(6), e001255. Raspoloživo na: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2012-001255> [pristupljeno: 10. svibnja 2024]
105. OECD. (2013). Waiting Time Policies in the Health Sector: What Works? Raspoloživo na: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2013/02/waiting-time-policies-in-the-health-sector_g1g1ed26/9789264179080-en.pdf [pristupljeno: 10. kolovoza 2025]
106. OECD. (2020). Waiting Times for Health Services. Raspoloživo na: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2020/05/waiting-times-for-health-services_9d746179/242e3c8c-en.pdf [pristupljeno: 10. kolovoza 2025]
107. OECD Health Working Papers. (2024). The impacts of long COVID across OECD countries. Raspoloživo na: <https://www.infocop.es/wp-content/uploads/2024/07/8bd08383-en.pdf> [pristupljeno: 21. kolovoza 2025]
108. Papp Z.M., Szakács L., Hajivandi S.S., Kalina I., Varga E., Kiss G., Solymos F., Takács I., Dank M., Dudás I., Szanka T., Dózsa C.L., Rékassy B., Merkely B. and Maurovich-Horvat P. (2023). Impact of a Targeted Project for Shortening of Imaging Diagnostic Waiting Time in Patients with Suspected Oncological Diseases in Hungary. *Medicina (Lithuania)*, 59,153. Raspoloživo na: <https://www.mdpi.com/1648-9144/59/1/153> [pristupljeno: 25. svibnja 2025]
109. Parente C. A., Salvatore D., Gallo G. M. and Cipollini F. (2018). Using overbooking to manage no-shows in an Italian healthcare center. *BMC Health Services Research*, 18,185. Raspoloživo na: <https://bmchealthservres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12913-018-2979-z> [pristupljeno: 25. veljače 2024]
110. Patel, N. D., Broderick, D. F., Burns, J., Deshmukh, T. K., Fries, I. B., Harvey, H. B., Holly, L., Hunt, C. H., Jagadeesan, B. D., Kennedy, T. A., O'Toole, J. E., Perlmutter, J. S., Policeni, B., Rosenow, J. M., Schroeder, J. W., Whitehead, M. T., Cornelius, R. S. and Corey, A. S. (2016). Practice Guideline: ACR Appropriateness Criteria Low Back Pain. *Journal of the American College of Radiology*, 13(9), 1069–

1078. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27496288/> [pristupljeno: 10. svibnja 2024]
111. Perotte, R., Lewin, G.O., Tambe, U., Galorenzo, J.B., Vawdrey, D.K., Akala, O.O., Makkar, J.S., Lin, D.J., Mainieri, L., and Chang, B.C. (2018) 'Improving Emergency Department Flow: Reducing Turnaround Time for Emergent CT Scans', AMIA Annual Symposium Proceedings, 2018, pp. 897–906. Raspoloživo na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6371246/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
112. Pezelj Duliba D. (2014). Vrednovanje uspješnosti – dimenzije i perspektive, Zdravstvena politika, liječničke novine 132; 14-16. Raspoloživo na: <https://www.hlk.hr/EasyEdit/UserFiles/lnpdf/2014/LN-132-za-web.pdf> [pristupljeno: 10. kolovoza 2025]
113. Pianykh O. S., Rosenthal D. I. (2015). Can We Predict Patient Wait Time? Journal of the American College of Radiology 12(10), 1058 – 1066. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26435119/> [pristupljeno: 20. srpnja 2025]
114. Process Street. (2024). A Complete Guide to Business Process Management (BPM). Raspoloživo na: <https://www.process.st/business-process-management/> [pristupljeno: 20. srpnja 2025]
115. Reichert, A. and Jacobs, R. (2018) 'The impact of waiting time on patient outcomes: Evidence from early intervention in psychosis services in England', Health Economics, 27(11), str. 1772–1787. doi: 10.1002/hec.3800. Raspoloživo na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6221005/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
116. Reiner, B.I. and Siegel, E.L., 2012. Technologists' Productivity When Using PACS: Comparison of Film-Based Versus Filmless Radiography. American Journal of Roentgenology, 179(1), pp. 33-37. Raspoloživo na: <https://www.ajronline.org/doi/10.2214/ajr.179.1.1790033> [pristupljeno: 1. kolovoza 2023]
117. Rhea, J. T., Thrall, J. H., Saini, S. and Sumner, J. (1994). Improving the efficiency and service of computed tomographic scanning. Academic Radiology, 1(2), 164–170. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9419482/> [pristupljeno: 1. kolovoza 2023]
118. Rogg, J.G., Morrison, C.M., Pines, J.M., and Hollander, J.E. (2017) 'Describing wait time bottlenecks for ED patients requiring head CT: an observational study', Emergency Radiology, 24(5), pp. 507-512. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28487098/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]

119. Sabik, L.M. and Lie, R.K. (2008) 'Priority setting in health care: lessons from the experiences of eight countries', *International Journal for Equity in Health*, 7(1), p. 4. Raspoloživo na: <https://equityhealthj.biomedcentral.com/articles/10.1186/1475-9276-7-4> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
120. Sæther S. M. M., Heggstad T., Heimdal J. H. and Myrtveit M. (2020). Long Waiting Times for Elective Hospital Care – Breaking the Vicious Circle by Abandoning Prioritisation. *International Journal of Health Policy and Management*, 9(3), 96–107. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32202092/> [pristupljeno: 25. rujna 2023]
121. Safdar, K., Emrouznejad A. and Dey, P. (2020) An Optimized Queue Management System to Improve Patient Flow in the Absence of Appointment System, *International Journal of Health Care Quality Assurance*. Raspoloživo na: https://publications.aston.ac.uk/id/eprint/42017/6/IJHQA_AcceptedVesrion.pdf [pristupljeno: 25. rujna 2025]
122. Sargent, R. G. (2010). Verification and validation of simulation models. In B. Johansson, S. Jain, J. Montoya-Torres, J. Huan and E. Yücesan (eds.), *Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference* (str. 166–183). Piscataway Raspoloživo na: <https://www.informs-sim.org/wsc10papers/016.pdf> [pristupljeno: 1. kolovoza 2023]
123. Sayah A., Rogers L., Devarajan K., Kingsley-Rocker L., and Lobon L. F. (2014). Minimizing ED Waiting Times and Improving Patient Flow and Experience of Care. *Emergency Medicine International*, 1-8. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24829802/> [pristupljeno: 1. kolovoza 2023]
124. Siciliani L., Verzulli R. (2009). Waiting times and Socioeconomic Status among Elderly Europeans: Evidence from SHARE. *Health Economics*, 18, 1295–1306. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19191260/> [pristupljeno: 28. veljače 2023]
125. Siciliani, L., M. Borowitz and V. Moran (eds.) (2013), *Waiting Time Policies in the Health Sector: What Works?*, OECD Health Policy Studies, OECD Publishing. Raspoloživo na: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2013/02/waiting-time-policies-in-the-health-sector_g1g1ed26/9789264179080-en.pdf [pristupljeno: 21. veljače 2023]
126. Singla, S. (2020). Demand and Capacity Modelling in Healthcare Using Discrete Event Simulation. *Health*, 12(9), 1134–1147. Raspoloživo na:

- <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=102869> [pristupljeno: 21. veljače 2025]
127. Smith, J. S., Sturrock, D. T. (2024). Simio and Simulation: Modeling, Analysis, Applications (7th ed., Chapter 3 Kinds of Simulation). Raspoloživo na: <https://textbook.simio.com/SASMAA7/Simio-and-Simulation-7e.pdf> [pristupljeno: 21. veljače 2025]
 128. Smith A. F., Frempong S. N., Sharma N., Neal R. D., Hick L. and Shinkins B. (2022). An exploratory assessment of the impact of a novel risk assessment test on breast cancer clinic waiting times and workflow: a discrete event simulation model. BMC Health Services Research, 22,1301. Raspoloživo na: <https://bmchealthservres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12913-022-08665-0> [pristupljeno: 21. veljače 2025]
 129. Stickels, C.P., Nadarajah, R., Gale, C.P., Jiang, H., Sharkey, K.J., Gibbison, B., Holliman, N., Lombardo, S., Schewe, L., Sommacal, M., Sun, L., Weir-McCall, J., Cheema, K., Rudd, J.H.F., Mamas, M. and Erhun, F. (2022) 'Aortic stenosis post-COVID-19: a mathematical model on waiting lists and mortality', BMJ Open, 12(6), e059309. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35710248/> [pristupljeno: 11. veljače 2025]
 130. Strizrep, T. (n.d.). Dijagnostičko-terapijske skupine (DTS): PRIRUČNIK ZA ZDRAVSTVENE RADNIKE, Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje. Raspoloživo na: http://mi.medri.hr/assets/DTS_prirucnik.pdf [pristupljeno: 21. veljače 2022]
 131. Sun, Y.C., Wu, H.M., Guo, W.Y., Ou, Y.Y., Yao, M.J., and Lee, L.H. (2023). Simulation and evaluation of increased imaging service efficiency in MRI departments using hybrid modeling. PLoS ONE, 18(7), e0288546. Raspoloživo na: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0288546> [pristupljeno: 27. veljače 2025]
 132. Sun Y., Raghavan U. N., Vaze V., Hall C. S., Doyle P., Richard S. S. and Wald C. (2020). Stochastic programming for outpatient scheduling with flexible inpatient exam accommodation, Health Care Management Science. Raspoloživo na: <https://doi.org/10.1007/s10729-020-09527-z> [pristupljeno: 27. veljače 2023]
 133. Šimović, H. (2022). Izazovi financiranja zdravstvene zaštite u Hrvatskoj. U K. Bačić and M. Klindžić (Ur.), Ekonomska politika Hrvatske u 2023. (str. 288-308). Zagreb: Hrvatsko društvo ekonomista; Inženjerski biro. Raspoloživo na:

<https://www.croris.hr/crosbi/publikacija/prilog-skup/804757> [pristupljeno: 10. svibnja 2024]

134. Tay, Y.X., Foley, S., Killeen, R., Ong, M.E.H., Chen, R.C., Chan, L.P., Mak, M.S., and McNulty, J.P. (2024). Impact and effect of imaging referral guidelines on patients and radiology services: a systematic review. *European Radiology*, 35(1), 532–541. Raspoloživo na: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00330-024-10938-7> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
135. Teichgräber U. K., Gillessen C. and Neumann F. (2003). Methoden des Prozessmanagements in der Radiologie. *Fortschr Röntgenstr*, 175, 1627–1633. Raspoloživo na: <https://doi.org/10.1055/s-2003-45331> [pristupljeno: 10. svibnja 2023]
136. Tokur S., Lederle K., Terris D.D., Jarczok M.N., Bender S., Schoenberg S.O. and Weisser G. (2012). Process analysis to reduce MRI access time at a German University Hospital. *International Journal for Quality in Health Care*; V. 24(1), 95 – 99. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22140193/> [pristupljeno: 25. rujna 2023]
137. Tronchi, A., Moretti, C., Oncini, L., and Murri, R. (2010) ‘Can a Ris/Pacs System Really Improve Execution and Reporting Times?’, *Intelligent Information Management*, 2(3), pp. 178-182. Raspoloživo na: https://www.scirp.org/pdf/IIM20100300002_18764462.pdf [pristupljeno: 25. rujna 2025]
138. Valero Bover D., González P., Carot Sans G., Cano I., Saura P., Otermin P., Garcia C., Gálvez M., Lupiáñez Villanueva F. and Piera Jiménez J. (2022). Reducing non-attendance in outpatient appointments: predictive model development, validation, and clinical assessment. *BMC Health Services Research*, 22,451. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35387675/> [pristupljeno: 1. kolovoza 2023]
139. van Ginneken E., Siciliani L., Reed S., Eriksen A., Tille F. and Zapata T. (2022). Addressing Backlogs and Managing Waiting Lists during and beyond The COVID 19 Pandemic. *Eurohealth*, 28(1), 35-40. Raspoloživo na: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/bfb37634-6b18-4474-8e65-d67b74ec05f5/content> [pristupljeno: 21. kolovoza 2025]
140. van Lent, W.A.M., Deetman, J.W., Teertstra, H.J., Muller, S.H., Hans, E.W. and van Harten, W.H. (2012) ‘Reducing the throughput time of the diagnostic track involving CT scanning with computer simulation’, *European Journal of Radiology*,

- 81(11), pp. 3131–3140. . Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22503034/> [pristupljeno: 2. rujna 2023]
141. Verma, N., Pacini, G.S., Torrada, J.P., de Oliveira, D.M., Zanon, M., Marchiori, E., Mohammed, T.L., and Hochegger, B. (2020) ‘Subspecialized radiology reporting: productivity and impact on the turnaround times for radiology reports in a middle-income country’, *Radiologia Brasileira*, 53(4), pp. 236–240. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32904829/> [pristupljeno: 25. rujna 2025]
 142. von Rosing, M., White, S., Cummins, F. and de Man, H. (2015). *Business Process Model and Notation—BPMN*. U: von Rosing, M., Scheer, A.W., de Man, H. (ur.), *The Complete Business Process Handbook*, Vol. I. Oxford: Elsevier, str. 429–457
Raspoloživo na: https://www.omg.org/news/whitepapers/Business_Process_Model_and_Notation.pdf [pristupljeno: 1. rujna 2024]
 143. Wang K. Y., Yen C. J., Chen M., Variyam D., Acosta T. U., Reed B., Wintermark M. and Lincoln C.M. (2018). Reducing Inappropriate Lumbar Spine MRI for Low Back Pain: Radiology Support, Communication and Alignment Network. *American College of Radiology*, 15(1), 116-122. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28969974/> [pristupljeno: 10. rujna 2023]
 144. Willmen, T., Völkel, L., Ronicke, S., Hirsch, M.C., Kaufeld, J., Rychlik, R.P. and Wagner, A.D. (2021) ‘Health economic benefits through the use of diagnostic support systems and expert knowledge’, *BMC Health Services Research*, 21(1), p. 947. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34503507/> [pristupljeno: 1. rujna 2024]
 145. World Health Organization WHO/Europe. (2022). COVID-19 has caused major disruptions and backlogs in health care. Raspoloživo na: <https://www.who.int/europe/news/item/20-07-2022-covid-19-has-caused-major-disruptions-and-backlogs-in-health-care--new-who-study-finds> [pristupljeno: 10. kolovoza 2025]
 146. World Health Organization (WHO). (2016). *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems – 10th Revision (ICD-10)*. WHO.
Raspoloživo na: <https://apps.who.int/iris/bitstream/10665/246208/1/9789241549165-V1-eng.pdf> [pristupljeno: 10. kolovoza 2025]

147. Zhang Y., Luo L., Zhang F., Kong R., Yang J., Feng Y. and Guo H. (2020). Emergency patient flow forecasting in the radiology department, *Health Informatics Journal*, 26(4), 2362–2374. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32072854/> [pristupljeno: 10. veljače 2023]
148. Zykiene, B., Kalibatas, V. (2022). Evaluating the reasons for nonattendance to outpatient consultations: is waiting time an important factor? *BMC Health Services Research*, 22, 619. Raspoloživo na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35534875/> / [pristupljeno: 10. veljače 2023]

POPIS TABLICA

Tablica 1. Model za financijski obračun dijagnostičko – terapijskih postupaka za CT	13
Tablica 2. Model za financijski obračun dijagnostičko – terapijskih postupaka za MR.....	13
Tablica 3. Prikaz opisa pretraga po kategorijama u sličnosti izvedbe za sve vrste pretraga....	46
Tablica 4. Prikaz primjera hitnosti termina prema dijagnozama u listama čekanja.....	52
Tablica 5. Analiza vremena trajanja pretraga po kategorijama pretraga na CT uređaju (u minutama).....	59
Tablica 6. Analiza vremena trajanja pretraga po kategorijama pretraga na MR uređaju (u minutama).....	60
Tablica 7. Analiza vremena trajanja pretraga na uređaju po kategorijama pretraga na CT uređaju (u minutama)	61
Tablica 8. Analiza vremena trajanja pretraga na uređaju po kategorijama pretraga na MR uređaju (u minutama)	61
Tablica 9. Analiza vremena čekanja po kategorijama od upisa pacijenta do termina pretraga CT dijagnostike za 2020. i 2021. godinu (u danima)	62
Tablica 10. Analiza vremena čekanja po kategorijama od upisa pacijenta do termina pretraga MR dijagnostike za 2020. i 2021. godinu (u danima)	63
Tablica 11. Analiza vremena verificiranja nalaza radiologa na CT dijagnostici za 2020. i 2021. godinu (u minutama)	64
Tablica 12. Analiza vremena verificiranja nalaza radiologa na MR dijagnostici za 2020. i 2021. godinu (u minutama)	64
Tablica 13. Analiza broja riječi u radiološkom nalazu za CT dijagnostiku u 2020. i 2021. godini.....	65
Tablica 14. Analiza broja riječi u radiološkom nalazu za MR dijagnostiku u 2020. i 2021. godini.....	65
Tablica 15. Broj pacijenata i učinjenih pretraga na CT uređajima tijekom 8-satnog radnog vremena u 2020. i 2021. godini.....	66
Tablica 16. Broj pacijenata i učinjenih pretraga na MR uređajima tijekom 8-satnog radnog vremena u 2020. i 2021. godini.....	67
Tablica 17. Analiza vremena obrade pacijenata za dijagnostičku obradu na CT uređaju	71
Tablica 18. Analiza vremena obrade pacijenata za dijagnostičku obradu na MR uređaju	71
Tablica 19. Parametri modula Create za dolazak pacijenata po kategorijama pretraga.....	74
Tablica 20. Usporedba simuliranih i stvarnih vrijednosti protoka te broja entiteta u procesu CT dijagnostike, s jednim radiološkim tehnologom	81
Tablica 21. Usporedba simuliranih i stvarnih vrijednosti protoka te broja entiteta u procesu CT dijagnostike	83
Tablica 22. Usporedba simuliranih i stvarnih vrijednosti protoka te broja entiteta u procesu MR dijagnostike, s jednim radiološkim tehnologom	84
Tablica 23. Usporedba simuliranih i stvarnih vrijednosti protoka te broja entiteta u procesu MR dijagnostike	86
Tablica 24. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom.....	90
Tablica 25. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa	92

Tablica 26. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju tijelo, s 1 radiološkim tehnologom i uključenim dolaskom hitnih pacijenata	94
Tablica 27. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa i uključenim dolaskom hitnih pacijenata	96
Tablica 28. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 1 radiološkim tehnologom.....	98
Tablica 29. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 2 radiološka tehnologa	100
Tablica 30. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 1 radiološkim tehnologom i uključenim dolaskom hitnih pacijenata	102
Tablica 31. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 2 radiološka tehnologa i uključenim dolaskom hitnih pacijenata	104
Tablica 32. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom.....	107
Tablica 33. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa	109
Tablica 34. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom i uključenim dolaskom hitnih pacijenata	111
Tablica 35. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa i uključenim dolaskom hitnih pacijenata	113
Tablica 36. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom.....	115
Tablica 37. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa	117
Tablica 38. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom i uključenim dolaskom hitnih pacijenata	119
Tablica 39. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa i uključenim dolaskom hitnih pacijenata	121
Tablica 40. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom.....	123
Tablica 41. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa	126
Tablica 42. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom i uključenim dolaskom hitnih pacijenata	128
Tablica 43. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa i uključenim dolaskom hitnih pacijenata	130
Tablica 44. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom.....	132
Tablica 45. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa	134
Tablica 46. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom i uključenim dolaskom hitnih pacijenata	136
Tablica 47. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa i uključenim dolaskom hitnih pacijenata	138
Tablica 48. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom.....	140

Tablica 49. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa	142
Tablica 50. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom i uključenim dolaskom hitnih pacijenata	145
Tablica 51. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa i uključenim dolaskom hitnih pacijenata	147
Tablica 52. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i sve kategorije, s 1 radiološkim tehnologom.....	149
Tablica 53. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i sve kategorije, s 2 radiološka tehnologa	151
Tablica 54. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i sve kategorije, s 1 radiološkim tehnologom i uključenim dolaskom hitnih pacijenata	153
Tablica 55. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu CT i sve kategorije, s 2 radiološka tehnologa i uključenim dolaskom hitnih pacijenata	155
Tablica 56. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom.....	157
Tablica 57. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa	159
Tablica 58. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom.....	162
Tablica 59. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa	164
Tablica 60. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom.....	166
Tablica 61. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa	168
Tablica 62. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom.....	170
Tablica 63. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa	172
Tablica 64. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom	175
Tablica 65. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa.....	177
Tablica 66. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom.....	179
Tablica 67. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa	181
Tablica 68. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju dojke, s 1 radiološkim tehnologom.....	183
Tablica 69. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju dojke, s 2 radiološka tehnologa	185
Tablica 70. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom.....	187
Tablica 71. Rezultati simulacijskog eksperimenta za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa	190
Tablica 72. Analiza optimalnog vremena prema kategorijama CT pretraga (u minutama)...	200

Tablica 73. Analiza optimalnog vremena prema kategorijama CT pretraga, uključujući i hitne pacijente (u minutama).....	202
Tablica 74. Analiza optimalnog vremena prema kategorijama MR pretraga (u minutama)..	204
Tablica 75. Usporedba okvirnog raspona vremena rada radiološkog tehnologa potrebnog za boravak pacijenta u ustanovi po postupku za CT i MR usluge te simulirane vrijednosti (u minutama).....	208
Tablica 76. Usporedba stvarnih i optimalnih (dobivenih simulacijom) vremena naručivanja te ukupnog vremena ciklusa CT i MR pretraga	214
Tablica 77. Usporedba stvarnog i optimalnog (dobivenog simulacijom) vremena iskorištenosti CT/MR uređaja po kategorijama pretraga.....	216
Tablica 78. Usporedba prihoda i troškova rada po smjeni jednog radiološkog tehnologa za CT i MR pretrage u stvarnom i simuliranom stanju (u EUR)	218

POPIS SLIKA

Slika 1. Životni ciklus upravljanja poslovnim procesima	42
Slika 2. Prikaz arhitekture procesa Izvor: autorica	47
Slika 3. BPMN "AS-IS" procesni model radiološke dijagnostike, od dolaska pacijenta na dijagnostiku do odlaska iz dijagnostike	56
Slika 4. Prikaz simulacijskog modela za kategoriju „tijelo1“ prilikom rada jednog radiološkog tehnologa	69
Slika 5. Prikaz simulacijskog modela za kategoriju „tijelo1“ prilikom rada dva radiološka tehnologa	69
Slika 6. Prikaz vrijednosti procesa po tipu, radu, prioritetu i vrijednostima resursa i vremena	70
Slika 7. Prikaz vrijednosti početnog simbola simulacije kada pacijent dolazi na pretragu	73
Slika 8. Prikaz procesa jedne kategorije pretrage prilikom rada jednog radiološkog tehnologa, uključujući i dolazak hitnih pacijenata	74
Slika 9. Prikaz procesa jedne kategorije pretrage prilikom rada jednog radiološkog tehnologa, uključujući i dolazak hitnih pacijenata	76
Slika 10. Prikaz procesa svih kategorija pretraga prilikom rada jednog radiološkog tehnologa	77
Slika 11. Prikaz procesa svih kategorija pretraga prilikom rada jednog radiološkog tehnologa uključujući i dolazak hitnih pacijenata	78
Slika 12. Prikaz procesa jedne kategorije pretrage prilikom rada dva radiološka tehnologa, uključujući i hitne pretrage	79
Slika 13. Prikaz procesa svih kategorija pretraga prilikom rada dva radiološka tehnologa	80
Slika 14. Prikaz procesa svih kategorija pretraga rada dva radiološka tehnologa, uključujući i hitne pretrage	80

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom.....	91
Grafikon 2. Broj ulazaka i izlazaka pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom.....	91
Grafikon 3. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom.....	91
Grafikon 4. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom.....	91
Grafikon 5. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom.....	91
Grafikon 6. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom.....	91
Grafikon 7. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa	93
Grafikon 8. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa	93
Grafikon 9. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa	93
Grafikon 10. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa	93
Grafikon 11. Ukupni troškovi obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa	93
Grafikon 12. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa	93
Grafikon 13. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	95
Grafikon 14. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	95
Grafikon 15. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	95
Grafikon 16. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom	95
Grafikon 17. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	95
Grafikon 18. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	95
Grafikon 19. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	97
Grafikon 20. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	97
Grafikon 21. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	97
Grafikon 22. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa	97

Grafikon 23. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	97
Grafikon 24. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo1, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	97
Grafikon 25. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 1 radiološkim tehnologom.....	99
Grafikon 26. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 1 radiološkim tehnologom.....	99
Grafikon 27. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 1 radiološkim tehnologom.....	99
Grafikon 28. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 1 radiološkim tehnologom.....	99
Grafikon 29. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 1 radiološkim tehnologom.....	100
Grafikon 30. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 1 radiološkim tehnologom.....	100
Grafikon 31. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 2 radiološka tehnologa	101
Grafikon 32. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 2 radiološka tehnologa	101
Grafikon 33. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 2 radiološka tehnologa	101
Grafikon 34. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 2 radiološka tehnologa	101
Grafikon 35. Ukupni troškovi obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 2 radiološka tehnologa	102
Grafikon 36. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo2, s 2 radiološka tehnologa	102
Grafikon 37. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	103
Grafikon 38. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom na CT dijagnostici	103
Grafikon 39. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	103
Grafikon 40. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom	103
Grafikon 41. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	104
Grafikon 42. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	104
Grafikon 43. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	105
Grafikon 44. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	105
Grafikon 45. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	106

Grafikon 46. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa	106
Grafikon 47. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	106
Grafikon 48. pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju tijelo2, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa	106
Grafikon 49. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom.....	108
Grafikon 50. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom.....	108
Grafikon 51. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom.....	108
Grafikon 52. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom.....	108
Grafikon 53. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom.....	108
Grafikon 54. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom.....	108
Grafikon 55. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa	110
Grafikon 56. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa	110
Grafikon 57. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa	110
Grafikon 58. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa	110
Grafikon 59. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa	110
Grafikon 60. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa	110
Grafikon 61. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	112
Grafikon 62. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	112
Grafikon 63. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	112
Grafikon 64. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom	112
Grafikon 65. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	112
Grafikon 66. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	112
Grafikon 67. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	114
Grafikon 68. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	114

Grafikon 69. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	114
Grafikon 70. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa	114
Grafikon 71. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	114
Grafikon 72. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju mozak, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	114
Grafikon 73. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom.....	116
Grafikon 74. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom.....	116
Grafikon 75. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom.....	116
Grafikon 76. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom.....	116
Grafikon 77. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom.....	117
Grafikon 78. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom.....	117
Grafikon 79. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa	118
Grafikon 80. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa	118
Grafikon 81. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa	118
Grafikon 82. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa	118
Grafikon 83. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa	119
Grafikon 84. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa	119
Grafikon 85. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	120
Grafikon 86. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	120
Grafikon 87. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	120
Grafikon 88. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom	120
Grafikon 89. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	121
Grafikon 90. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	121
Grafikon 91. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	122

Grafikon 92. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa Izvor: autorica	122
Grafikon 93. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	122
Grafikon 94. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa	122
Grafikon 95. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	123
Grafikon 96. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju srce, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	123
Grafikon 97. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom.....	124
Grafikon 98. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom.....	124
Grafikon 99. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom.....	125
Grafikon 100. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom.....	125
Grafikon 101. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom.....	125
Grafikon 102. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom.....	125
Grafikon 103. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa	127
Grafikon 104. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa	127
Grafikon 105. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa	127
Grafikon 106. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa	127
Grafikon 107. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa	127
Grafikon 108. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa	127
Grafikon 109. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	129
Grafikon 110. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom	129
Grafikon 111. resursa za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	129
Grafikon 112. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	129
Grafikon 113. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom	129
Grafikon 114. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	129

Grafikon 115. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa Izvor: autorica	131
Grafikon 116. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa	131
Grafikon 117. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	131
Grafikon 118. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	131
Grafikon 119. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa	131
Grafikon 120. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju kralježnica, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa Izvor: autorica	131
Grafikon 121. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom	133
Grafikon 122. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom	133
Grafikon 123. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom	133
Grafikon 124. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom.....	133
Grafikon 125. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom	134
Grafikon 126. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom	134
Grafikon 127. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa.....	135
Grafikon 128. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa.....	135
Grafikon 129. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa.....	135
Grafikon 130. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa	135
Grafikon 131. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa.....	136
Grafikon 132. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa.....	136
Grafikon 133. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	137
Grafikon 134. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	137
Grafikon 135. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	137
Grafikon 136. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	137
Grafikon 137. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	138

Grafikon 138. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	138
Grafikon 139. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	139
Grafikon 140. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	139
Grafikon 141. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	139
Grafikon 142. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	139
Grafikon 143. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	140
Grafikon 144. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju muskuloskelet, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	140
Grafikon 145. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom.....	141
Grafikon 146. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom.....	141
Grafikon 147. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom.....	142
Grafikon 148. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom Izvor: autorica	142
Grafikon 149. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom.....	142
Grafikon 150. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom.....	142
Grafikon 151. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa	143
Grafikon 152. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa.....	143
Grafikon 153. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa	144
Grafikon 154. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa	144
Grafikon 155. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa.....	144
Grafikon 156. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa	144
Grafikon 157. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	145
Grafikon 158. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	145
Grafikon 159. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	146
Grafikon 160. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	146

Grafikon 161. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	146
Grafikon 162. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	146
Grafikon 163. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	148
Grafikon 164. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa	148
Grafikon 165. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	148
Grafikon 166. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	148
Grafikon 167. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa	148
Grafikon 168. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju angiografija, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	148
Grafikon 169. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom.....	150
Grafikon 170. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom	150
Grafikon 171. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom.....	150
Grafikon 172. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom.....	150
Grafikon 173. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom	151
Grafikon 174. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom.....	151
Grafikon 175. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa	152
Grafikon 176. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa.....	152
Grafikon 177. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa	152
Grafikon 178. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa Izvor: autorica.....	152
Grafikon 179. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa.....	153
Grafikon 180. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa	153
Grafikon 181. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	154
Grafikon 182. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	154
Grafikon 183. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	154

Grafikon 184. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	154
Grafikon 185. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	155
Grafikon 186. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 1 radiološkim tehnologom.....	155
Grafikon 187. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa Izvor: autorica	156
Grafikon 188. Broj ulaska i izlaska pacijenta iz procesa za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	156
Grafikon 189. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	156
Grafikon 190. Trošak resursa u eurima za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	156
Grafikon 191. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	157
Grafikon 192. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu CT i kategoriju sve pretrage, uključujući dolazak hitnih pacijenta, s 2 radiološka tehnologa.....	157
Grafikon 193. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom.....	158
Grafikon 194. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom.....	158
Grafikon 195. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom.....	159
Grafikon 196. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom.....	159
Grafikon 197. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom	159
Grafikon 198. Prihod za učinjene pretrage pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom.....	159
Grafikon 199. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa	160
Grafikon 200. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa	160
Grafikon 201. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa	161
Grafikon 202. Trošak resursa za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa	161
Grafikon 203. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 1 radiološkim tehnologom	161
Grafikon 204. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju tijelo1, s 2 radiološka tehnologa	161
Grafikon 205. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom.....	163
Grafikon 206. Broj ulaska i pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom.....	163
Grafikon 207. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom.....	163

Grafikon 208. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom Izvor: autorica	163
Grafikon 209. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom	163
Grafikon 210. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju mozak, s 1 radiološkim tehnologom.....	163
Grafikon 211. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa	165
Grafikon 212. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa	165
Grafikon 213. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa	165
Grafikon 214. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa	165
Grafikon 215. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa	165
Grafikon 216. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju mozak, s 2 radiološka tehnologa	165
Grafikon 217. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom.....	167
Grafikon 218. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom.....	167
Grafikon 219. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom.....	167
Grafikon 220. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom.....	167
Grafikon 221. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom.....	168
Grafikon 222. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju srce, s 1 radiološkim tehnologom.....	168
Grafikon 223. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa	169
Grafikon 224. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa	169
Grafikon 225. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa	169
Grafikon 226. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa	169
Grafikon 227. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa	170
Grafikon 228. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju srce, s 2 radiološka tehnologa	170
Grafikon 229. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom.....	171
Grafikon 230. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom.....	171

Grafikon 231. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom.....	172
Grafikon 232. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom.....	172
Grafikon 233. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom.....	172
Grafikon 234. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 1 radiološkim tehnologom.....	172
Grafikon 235. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa	173
Grafikon 236. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa	173
Grafikon 237. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa	174
Grafikon 238. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa	174
Grafikon 239. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa	174
Grafikon 240. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju kralježnica, s 2 radiološka tehnologa	174
Grafikon 241. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom	176
Grafikon 242. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom	176
Grafikon 243. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom	176
Grafikon 244. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom.....	176
Grafikon 245. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom.....	176
Grafikon 246. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom.....	176
Grafikon 247. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa.....	178
Grafikon 248. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa.....	178
Grafikon 249. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa.....	178
Grafikon 250. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa	178
Grafikon 251. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 1 radiološkim tehnologom	178
Grafikon 252. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju muskuloskelet, s 2 radiološka tehnologa.....	178
Grafikon 253. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom.....	180

Grafikon 254. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom.....	180
Grafikon 255. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom.....	180
Grafikon 256. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom.....	180
Grafikon 257. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom.....	181
Grafikon 258. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 1 radiološkim tehnologom	181
Grafikon 259. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa	182
Grafikon 260. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa.....	182
Grafikon 261. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa	182
Grafikon 262. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa	182
Grafikon 263. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa.....	183
Grafikon 264. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju angiografija, s 2 radiološka tehnologa.....	183
Grafikon 265. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju dojke, s 1 radiološkim tehnologom.....	184
Grafikon 266. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju dojke, s 1 radiološkim tehnologom.....	184
Grafikon 267. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju dojke, s 1 radiološkim tehnologom.....	184
Grafikon 268. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju dojke, s 1 radiološkim tehnologom.....	184
Grafikon 269. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju dojke, s 1 radiološkim tehnologom	185
Grafikon 270. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju dojke, s 1 radiološkim tehnologom.....	185
Grafikon 271. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju dojke, s 2 radiološka tehnologa	186
Grafikon 272. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju dojke, s 2 radiološka tehnologa	186
Grafikon 273. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju dojke, s 2 radiološka tehnologa	186
Grafikon 274. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju dojke, s 2 radiološka tehnologa	186
Grafikon 275. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju dojke, s 2 radiološka tehnologa.....	187
Grafikon 276. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju dojke, s 2 radiološka tehnologa	187

Grafikon 277. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom.....	188
Grafikon 278. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom	188
Grafikon 279. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom.....	189
Grafikon 280. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom.....	189
Grafikon 281. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom	189
Grafikon 282. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 1 radiološkim tehnologom	189
Grafikon 283. Vrijeme čekanja i obrade pacijenta za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa	190
Grafikon 284. Broj ulaska i izlaska pacijenata iz procesa za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa.....	190
Grafikon 285. Udio vremena iskorištenosti resursa za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa	191
Grafikon 286. Trošak resursa u eurima za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa	191
Grafikon 287. Ukupni troškovi obrade pacijenta u procesu za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa.....	191
Grafikon 288. Prihod za učinjene pretrage u eurima za pretragu MR i kategoriju sve pretrage, s 2 radiološka tehnologa.....	191

POPIS KRATICA

AD – Administrator

a - tijelo1 – pojedinačne pretrage: toraks, abdomen, zdjelica, urografija, kolonografija, vratni organi, viscerokranij na kompjutorskoj tomografiji

AS – IS – trenutno stanje poslovnog procesa

b - tijelo2 – skupine pretraga: toraks, abdomen i zdjelica, toraks i abdomen, abdomen i zdjelica, cijelo tijelo, mozak i toraks, vratni organi i toraks, toraks i kolonografija

bN – broj riječi u nalazu

BIS – Bolnički informatički sustav

BPM – Business Process Model

BPMN – Business Process Model and Notation

CEZIH – Centralni zdravstveni informacijski sustav Republike Hrvatske

c - mozak – pojedinačne pretrage: mozak, paranazalni sinusi, orbite, temporalne kosti, kosti lica, perfuzija mozga

CT – Kompjutorska tomografija

DTP – Dijagnostičko terapijski postupci

DRG – Diagnosis Related Groups

DTS – Dijagnostičko-terapijske skupine

e - srce – pojedinačne pretrage: koronarografija, srce

eGFR – Estimated glomerular filtration rate (procijenjena stopa glomerularne filtracije)

f - kralježnica – pojedinačne pretrage: vratna, torakalna, lumbalna kralježnica

g - muskuloskelet – pojedinačne pretrage: rame, nadlaktica, lakat, podlaktica, ručni zglob, šaka, kuk, natkoljenica, koljeno, potkoljenica, gležanj, stopalo

HMT – Hitni medicinski prijem

HR – Republika Hrvatska

h - angiografija – pojedinačne pretrage: karotidografija, intrakranijsko žilje, pulmonalna angiografija, aortografija, periferna angiografija, venografija

HZJZ – Hrvatski zavod za javno zdravstvo

HZZO – Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje

i - dojke – pojedinačne pretrage: dojke

KBC – Klinički bolnički centar

LOM – Liječnik obiteljske medicine

MR – Magnetska rezonancija

MRCP – Pretraga kolangiopankreatografija na magnetskoj rezonanciji
MZ – Ministarstvo zdravstva
OECD – Organizacija za ekonomsku suradnju i razvoj
PACS – Picture Archiving and Communication System
PET – Pozitronska emisijska tomografija
RIS – Radiološki informatički sustav
RT – Radiološki tehnolog
RT1 – Jedan radiološki tehnolog na dijagnostici
RT2 – Dva radiološka tehnologa na dijagnostici
SPECT – Jednofotonska emisijska kompjutorizirana tomografija
TAT - turnaround time, vrijeme rada radiologa za verificiranje nalaza
TO – BE – buduće stanje poslovnog procesa
TRND – Trošak resursa za neradni dio
TRRD – Trošak resursa za radni dio
vLc – vrijeme liste čekanja od upisa pacijenta do termina pretraga
vN – vrijeme verificiranja nalaza radiologa od vremena kada je pretraga učinjena
vP – vrijeme trajanja pretraga – ulaz i izlaz pacijenta iz dijagnostike
vPu – vrijeme trajanja pretraga na uređaju – iznos vremena skeniranja pretrage

BIOGRAFIJA AUTORA

Maja Karić je rođena u Senju, gdje je završila i osnovnoškolsko obrazovanje, a srednju četverogodišnju Medicinsku školu, smjer medicinska sestra općeg smjera, završila je u Rijeci 1992. godine. Radni vijek započinje 1992. godine u Kliničkom bolničkom centru Rijeka na Kliničkom zavodu za internu medicinu, gdje radi kao medicinska sestra općeg smjera, s kratkim razdobljem rada u Domu zdravlja Senj na Hitnoj medicinskoj pomoći. Godine 2000. prelazi na Klinički zavod za radiologiju KBC-a Rijeka, gdje od 2000. do 2018. radi kao prvostupnica radiološke tehnologije, stječući bogato kliničko iskustvo u području radiološke dijagnostike. Od 2018. do 2022. obnaša dužnost glavne radiološke tehnologinje Kliničkog zavoda za radiologiju KBC-a Rijeka, a od 2022. djeluje kao koordinator edukacije za radiološke tehnologe KBC-a Rijeka.

Paralelno s kliničkim radom, autorica kontinuirano gradi akademsku karijeru. Od 2005. do 2016. djeluje kao stručni suradnik u nastavi na Stručnom dodiplomskom studiju medicinske radiologije Medicinskog fakulteta u Rijeci, a od 2016. do 2021. kao predavač na Katedri za radiološku tehnologiju Fakulteta zdravstvenih studija u Rijeci. Od 2021. godine djeluje kao viši predavač i nositeljica kolegija Radiološka propedeutika, Skeletna radiografija i Menadžment u radiologiji na stručnom studiju radiološke tehnologije. Od 1. svibnja 2021. zaposlena je kao viši predavač na Katedri za radiološku tehnologiju, a od 1. rujna 2023. obnaša i dužnost zamjenice pročelnice Katedre za radiološku tehnologiju Fakulteta zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci.

Na razini formalnog obrazovanja, autorica je 2000. godine završila Stručni studij medicinske radiologije na Veleučilištu u Rijeci te stekla zvanje inženjera medicinske radiologije – prvostupnika radiološke tehnologije (bacc. radiol. techn.). Sveučilišni dodiplomski studij organizacije, planiranja i upravljanja u zdravstvu na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci završila je 2010. godine (bacc. admin. sanit.), a 2012. stekla je akademski stupanj magistre organizacije, planiranja i upravljanja u zdravstvu (mag. admin. sanit.). Stručno se dodatno usavršava na poslijediplomskom stručnom studiju Menadžment kvalitete u zdravstvu na Međunarodnom sveučilištu Libertas u Zagrebu, koji završava 2020. godine i stječe zvanje sveučilišne magistre menadžmenta kvalitete u zdravstvu (univ. mag. admin. sanit.). Od 2019. godine polaznica je poslijediplomskog sveučilišnog doktorskog studija „Menadžment“ na Ekonomskom fakultetu Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku.

Autorica posjeduje višegodišnje iskustvo u održavanju nastave i provođenju stručnih edukacija iz područja radiološke tehnologije. Sudjelovala je u izvođenju vježbi i seminara iz niza stručnih kolegija (skeletalna radiologija, konvencionalne radiološke metode, radiobiologija i zaštita od zračenja, radiološka anatomija i patologija, tehnike slojevnog snimanja, tehnike slikovnog prikaza, kontrola kvalitete u radiologiji, menadžment u radiologiji i dr.). Voditeljica je i predavačica niza tečajeva 1. i 2. kategorije za radiologe, radiološke tehnologe i medicinske fizičare, osobito u području mamografske dijagnostike (Škola mamografskog pozicioniranja i interpretacije mamografskog nalaza). Organizirala je i sudjelovala u organizaciji nacionalnih i međunarodnih stručnih skupova, kongresa i radionica iz područja radiološke tehnologije i kontrole kvalitete u radiologiji.

Na stručnom i komorskom planu, autorica je dugogodišnja članica Hrvatskog društva inženjera medicinske radiologije i Hrvatske komore zdravstvenih radnika. Obnašala je i obnaša niz funkcija u strukovnim tijelima: bila je predsjednica Povjerenstva za staleška pitanja radiološko-tehnološke djelatnosti, članica povjerenstava za stručni nadzor i priznavanje inozemnih stručnih kvalifikacija, regionalni koordinator za izradu standarda i normativa radioloških tehnologa, delegat Skupštine SR ZRTD HKZR, a od 2018. godine predsjednica je 3. Područnog vijeća radiološko-tehnološke djelatnosti Hrvatske komore zdravstvenih radnika. Ujedno je vanjski sektorski stručnjak u Registru HKO-a za sektor zdravstva te član nadzornog odbora HKZR od 2024. godine.

Svojim dosadašnjim kliničkim, nastavnim, stručnim i istraživačkim radom autorica kontinuirano doprinosi razvoju radiološke tehnologije, unapređenju kvalitete i organizacije radiološke djelatnosti te jačanju kompetencija radioloških tehnologa u hrvatskom zdravstvenom sustavu.