

Optimizacija delovanja prehoda WebService/Konnex v konvergenčnem sistemu inteligentnega doma

Mark Umberger

*Entia, d. o. o., Tržaška 2, 1000 Ljubljana, Slovenija,
e-pošta: mark.umberger@entia.si*

Povzetek. V zadnjem času so se močno uveljavili sistemi in storitve za upravljanje procesov v zgradbah (UPZ), ki temeljijo na konceptu računalništva v oblaku, kar telekomunikacijskim operaterjem omogoča uvajanje novih M2M storitev s področja inteligentnega doma. Izvršilna povezovalna programska oprema za UPZ, ki se nahaja na strani operaterja v trenutku, ko želi uporabnik uporabiti določeno storitev UPZ, pošlje zahtevo za izvajanje storitve na prehod UPZ/IP v obliki sporočila WebService, ki ga le-ta nato pretvori v sporočilo, primerno za UPZ (sporočilo Konnex). V trenutku, ko se na prehodu UPZ/IP pojavita dve zahtevi po izvajanju storitev UPZ sočasno, jih le-ta razvrsti v čakalno vrsto in jih nato izvaja zaporedno, ne glede na tip storitve UPZ. V raziskavi [9] avtorji ugotovijo, da so nekatere storitve UPZ bolj interaktivne oziroma so bolj občutljive na zakasnitev. Zato je smiselno, da prehod v trenutku, ko hkrati pride več zahtev po izvajanju storitev UPZ, obravnava najprej tiste storitve UPZ, ki so bolj interaktivne oziroma ima zakasnitev večji vpliv na kakovost uporabniške izkušnje. Iz tega izhaja motivacija za raziskavo, ki jo predstavljamo v tem prispevku in ki se nanaša na optimizacijo delovanja prehoda UPZ/IP s pomočjo modela za prioritarno upravljanje vrst na prehodu. Optimizacijo delovanja prehoda pokažemo s pomočjo simulacije delovanja storitev UPZ v konvergenčnem arhitekturnem modelu (slika 1). Namen simulacije je bil ugotoviti, kolikšen promet oziroma kolikšno število stanovanjskih enot je mogoče upravljati prek omrežij TCP/IP s pomočjo enega prehoda UPZ/IP, pri čemer mora biti za vsako storitev UPZ zagotovljena ustrezna kakovost uporabniške izkušnje. Rezultati simulacije kažejo, da je brez optimizacije delovanja prehoda UPZ/IP mogoče upravljati s pomočjo enega prehoda največ 20 stanovanj hkrati, pri optimizaciji delovanja prehoda s pomočjo prioritarnega upravljanja čakalnih vrst na njem pa je mogoče s pomočjo enega prehoda upravljati 32 stanovanj, kar kaže na učinkovitost optimizacijskega modela.

Ključne besede: UPZ, računalništvo v oblaku, optimizacija delovanja prehoda, prioritarno upravljanje vrst na prehodu

Performance optimization of the WebService/Konnex gateway in convergent smart-home systems

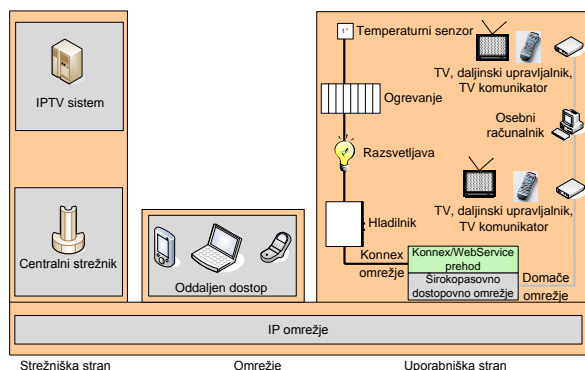
Building automation and control systems (BACS) based on cloud computing is becoming very popular. Using these systems telcos can start providing additional M2M services for smart homes. The BACS executive middleware, located at the server side, sends a request for service execution to the gateway in the form of a WebService message immediately after the user wants to use a certain BACS service and transforms it into a message appropriate for BACS (Konnex message). As soon as there are two requests for the BACS service execution at the gateway simultaneously, they are queued and performed consecutively regardless of the BACS service type. In research [9], the authors conclude that some BACS services are more interactive or more delay-sensitive than the others. It is therefore reasonable to suggest that the gateway should first handle the BACS services that are more interactive and the delay of which has greater impact on the quality of the user experience (QoE). This was the motivation for the research that is presented in this article and relates to the optimization of the BACS/IP gateway performance by means of a model for prioritized queue control on the gateway. We present the optimization of gateway performance by

means of simulating BACS services in a convergent architecture model. The simulation goal was to determine how much traffic or how many residential units can be controlled via the TCP/IP networks by our BACS/IP gateway, considering that each BACS service must meet a certain quality of experience level. Simulation results show that without optimisation of the BACS/IP gateway performance of twenty apartments at the most can be controlled via one gateway. In the case of gateway performance optimisation by means of prioritising queues at the gateway, results reveal that thirty-two apartments can be controlled by one BACS/IP gateway, thus proving the effectiveness of the optimization model.

1 UVOD

V zadnjem času so se močno uveljavili sistemi in storitve za upravljanje procesov v zgradbah (UPZ), ki temeljijo na konceptu računalništva v oblaku, kar telekomunikacijskim operaterjem omogoča uvajanje novih storitev M2M s področja inteligentnega doma [1]. Tako ni več treba imeti strežnika v vsakem domu posebej, ampak se lahko uporabi skupni strežnik za več domov hkrati, ki se nahaja v internetnem omrežju

(oblaku) oziroma pri operaterju, pri uporabniku pa je nameščen prehod (angl. gateway), ki zagotavlja komunikacijo z oddaljenim strežnikom, kar prikazuje slika 1.



Slika 1: Konvergenčni sistem inteligentnega doma

Promet se v internetnem omrežju dogaja časovno, ne konstantno na podlagi naključnih porazdelitvenih funkcij. Promet, ki se ustvarja zaradi uporabe storitev UPZ v konvergenčnem arhitekturnem modelu na sliki 1, pa ravno tako nastaja v naključnih trenutkih [2]. Ustvarijo ga uporabniki storitev UPZ, ki pa v določenem trenutku lahko uporabljajo posamezne storitve UPZ sočasno (npr. vklop razsvetljave ob nastanku mraka). Tako je v določenih trenutkih mogoče pričakovati izjemno velik promet na omrežju TCP/IP, zato menimo, da na prehodu nastajajo dolge čakalne vrste. Posledica nastajanja čakalnih vrst pa so večje zakasnitve pri uporabi storitev UPZ, kar posledično vpliva na kakovost uporabniške izkušnje. Posamezna storitev UPZ (npr. upravljanje senčil itd.) pa je lahko bolj občutljiva na zakasnitev kot druga (npr. upravljanje ogrevanja itd.). Iz tega sledi, da ima zakasnitev različen vpliv na kakovost uporabniške izkušnje pri posameznih storitvah UPZ. Iz navedenih trditev se torej motivacija kaže v optimizaciji delovanja prehoda s pomočjo prioritete upravljanja čakalnih vrst na njem, kar podrobno obravnavamo v tem članku. Smiselno je, da prehod najprej obravnava tiste storitve UPZ, ki so bolj občutljive na zakasnitev, kar posledično zagotavlja višjo kakovost uporabniške izkušnje teh storitev v trenutku nastajanja čakalnih vrst na prehodu. Optimizacijo delovanja prehoda s pomočjo prioritete upravljanja čakalnih vrst na njem v tej raziskavi prikažemo s pomočjo simulacije.

2 PRETEKLE ŠTUDIJE

V preteklosti so bile narejene številne študije, ki obravnavajo in predlagajo optimizacijo delovanja prehodov UPZ. Pomemben standard na področju prehodov UPZ je standard Universal Plug and Play. Prehod Universal Plug and Play je dejansko prehod na aplikacijskem nivoju, ki omogoča povezovanje naprav na različna lokalna omrežja. Problem uporabe prehoda

Universal Plug and Play je, da potrebuje nekaj časa za zaznavanje naprave na novem lokalnem omrežju. V ta namen avtorji v [3] predlagajo metodo, ki omogoča povečanje hitrosti zaznavanja naprav s pomočjo uporabe predlaganega prehoda Universal Plug and Play. Avtorji predstavijo tudi pilotsko različico predlaganega prehoda, na katerem tudi pokažejo izboljšano delovanje s pomočjo predlagane metode v smislu manjšega odzivnega časa, če je dana zahteva po zaznavanju določene naprave. Avtorji v [4] obravnavajo optimizacijsko metodo za načrtovanje prehoda CAN/Ethernet z namenom minimizacije potrebnih elementov na prehodu v smislu kapacitete procesiranja in predpomnilnika ter zmanjšanja števila izgubljenih paketov na prehodu. Avtorji v [5] s pomočjo modela prehoda obravnavajo njegovo delovanje in pokažejo zgoraj navedeno metodo za načrtovanje prehoda. S pomočjo modela tudi pokažejo izboljšave v smislu zmanjšanja števila izgubljenih paketov na prehodu. V študiji [6] avtorji predlagajo metodo, ki omogoča izboljšanje delovanja prehoda CAN/FlexRay s pomočjo operacijskega sistema Osek/vdx [8]. FlexRay [7] je zaradi številnih lastnosti primeren za uporabo v časovno kritičnih aplikacijah UPZ, kjer je izjemno pomembna možnost upravljanja in nadzora v realnem času. Osek/Vdx pa je operacijski sistem, ki deluje na podlagi različnih prioritete posameznih nalog v operacijskem sistemu. Osek zagotavlja skupino storitev, ki omogoča upravljanje in nadzor na nalogami (angl. task management), procesiranje prekinitev, alarme in upravljanje sporočil (angl. message handling), ki se uporabljajo za znotraj procesorsko komunikacijo. Avtorji v študiji [6] predlagajo uporabo dveh dejavnikov, s pomočjo katerih je mogoče izboljšati delovanje prehoda. Prvi dejavnik se nanaša na upravljanje vrst na prehodu in zahteva, da se najprej obravnavajo sporočila oziroma ukazi z višjo prioriteto; drugi dejavnik pa zahteva, da prehod ne pošilja sporočil oziroma ukazov napačnim napravam, ki ne morejo sprejeti sporočila brez preverjanja, ali je ciljna naprava dosegljiva ali ne. Avtorji v študiji [6] tudi eksperimentalno pokažejo izboljšano delovanje prehoda CAN/FlexRay. Iz zgornjih raziskav je razvidno, da nobena ne obravnava optimizacije na prehodu WebService/Konnex, zato bomo to podrobno obravnavali v doktorski disertaciji. Podobno kot v [6] bomo izvedli optimizacijski postopek, ki bo zagotavljal upravljanje vrst na prehodu WebService/Konnex, kjer bo prehod najprej obravnaval tiste storitve UPZ, ki omogočajo upravljanje tistih procesov, pri katerih zakasnitev bolj vpliva na kakovost uporabniške izkušnje in nato storitve UPZ, pri katerih zakasnitev manj vpliva na kakovost uporabniške izkušnje. S tem optimizacijskim postopkom bo prehod zagotavljal izboljšanje kakovosti uporabniške izkušnje pri izvajanju posameznih storitev UPZ pri večjih vrednostih prometa v konvergenčnem arhitekturnem modelu, kar je izjemno pomembno tako za ponudnike storitev kot za uporabnike.

3 METODOLOGIJA

Glavni namen raziskave je predlagati optimizacijo delovanja prehoda s pomočjo prioritetnega upravljanja vrst na prehodu, ki nastanejo v trenutku, ko se na prehodu pojavi več ukazov hkrati. Optimizacijo delovanja prehoda smo v tej raziskavi uprizorili s pomočjo simulacije, zato v tem poglavju podrobno predstavimo simulacijski model ter metode za prioritarno upravljanje vrst na prehodu.

3.1 Simulacija delovanja konvergenčnega arhitekturnega modela za storitve UPZ

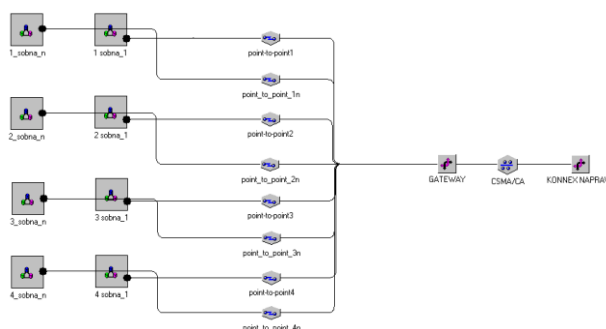
Namen simulacije je uprizoriti delovanje konvergenčnega arhitekturnega modela za storitve UPZ pri različnih stopnjah prometa. Promet je v osnovi odvisen od pogostosti uporabe posameznih storitev UPZ v konvergenčnem arhitekturnem modelu oziroma od števila stanovanjskih enot, ki sestavljajo konvergenčni arhitekturni model. Omrežja UPZ omogočajo delovanje na podlagi relativno majhnih pasovnih širin (npr. 9600 kbit/s), omrežja TCP/IP, na podlagi katerih je omogočeno upravljanje storitev UPZ prek različnih vmesnikov (npr. televizijski komunikator z daljinskim upravljalnikom), pa delujejo na podlagi bistveno večjih pasovnih širin (npr. 1 Gbit/s). Zato predvidevamo, da pomeni »ozko grlo« pri upravljanju storitev UPZ prek omrežij TCP/IP prehod UPZ/IP. Iz tega sledi, da je treba pri večjem prometu oziroma večjem številu stanovanjskih enot v konvergenčnem arhitekturnem modelu uporabiti večje število prehodov UPZ/IP. Ker pa je v interesu vseh ponudnikov spletnih storitev uporabiti čim manj strojne opreme za zagotovitev zadovoljive kakovosti uporabniške izkušnje pri izvajanju storitev, je glavni namen simulacije ugotoviti, kolikšen promet oziroma kolikšno število stanovanjskih enot je mogoče upravljati prek omrežij TCP/IP s pomočjo enega prehoda UPZ/IP, pri čemer mora biti za vsako storitev UPZ zagotovljena ustrezna kakovost uporabniške izkušnje. V raziskavi [9] je podan vpliv zakasnitve na kakovost uporabniške izkušnje za najbolj reprezentativne storitve UPZ. Prav tako v raziskavi [9] ugotovijo, da ima zakasnitev v omrežju pri posameznih storitvah UPZ različen vpliv na kakovost uporabniške izkušnje, torej so nekatere bolj občutljive na zakasnitev kot druge, kar prikazuje tabela 1.

Namen tega poglavja pa je tudi s pomočjo simulacije pokazati optimizacijo delovanja prehoda UPZ/IP s pomočjo prioritetnega upravljanja čakalnih vrst na prehodu, s čimer bo omogočeno upravljanje večjega števila stanovanj prek omrežij TCP/IP s pomočjo enega

prehoda. S pomočjo prioritetnega upravljanja čakalnih vrst na prehodu bo le-ta najprej obravnaval tiste storitve UPZ, ki so bolj občutljive na zakasnitev, oziroma ima zakasnitev večji vpliv na kakovost uporabniške izkušnje in nato tiste, ki so manj občutljive na zakasnitev oziroma ima zakasnitev manjši vpliv na kakovost uporabniške izkušnje.

3.2 Topologija simulacijskega omrežja

Simulacijo delovanja konvergenčnega arhitekturnega modela za storitve UPZ smo izvedli s programskim orodjem Comnet. Za podrobno razumevanje delovanja simulacije v tem poglavju predstavimo topologijo simulacijskega omrežja, ki jo prikazujeta sliki 2 in 3. Kot je razvidno iz slike 2, je simulacijsko omrežje sestavljeno iz naprav Konnex prehoda UPZ/IP in posameznih stanovanjskih enot, ki se delijo na enosobno, dvosobno, trisobno in štirisobno. Na sliki 1 je tudi razvidno, da komunikacija med prehodom in napravami Konnex deluje na podlagi protokolnega sklada Konnex, ki uporablja dostopovni mehanizem CSMA/CA za dostopanje do fizičnega medija Konnex. Pasovna širina komunikacije Konnex je 9600 bit/s. Iz slike 2 pa je prav tako razvidno, da se za komunikacijo med posameznimi stanovanjskimi enotami in prehodom uporablja komunikacija tipa od točke do točke, ki ima pasovno širino 100 Mbit/s, kar posledično pomeni, da je čas potovanja posameznega paketa po tovrstnem omrežju zanemarljiv v primerjavi s časom potovanja paketa po omrežju Konnex. Zato v konvergenčnem arhitekturnem modelu pri uporabi storitev UPZ »ozko grlo« pomeni prehod UPZ/IP, zato se v simulacijskem omrežju čakalna vrsta ustvarja le na prehodu, kar je tudi v skladu z realnim okoljem.



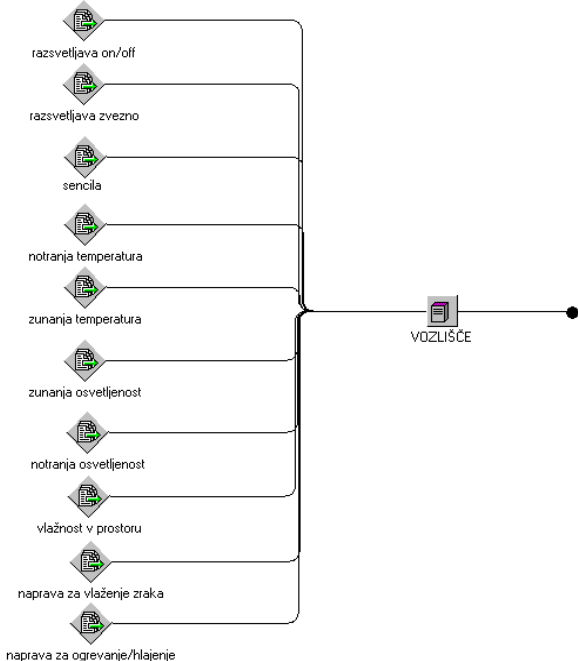
Slika 2: Topologija simulacijskega omrežja

Zato tudi ni smiselno v simulaciji komunikacije med prehodom in posameznimi stanovanjskimi enotami uprizoriti na podlagi protokolnega sklada TCP/IP, saj je

Tabela 1: Vpliv zakasnitve na QoE pri storitvah UPZ[9]

Tip območja	Storitve UPZ		
	Diskretno upravljanje razsvetljave	Zvezno upravljanje razsvetljave	Upravljanje senčil
Območje zadovoljstva	maks. obhodni čas $\in (0, 1,32]$	maks. obhodni čas $\in [0, 1,41]$	maks. obhodni čas $\in [0,0,83]$
Dopustno območje	maks. obhodni čas $\in (1,32, 2,41]$	maks. obhodni čas $\in (1,41, 2,40]$	maks. obhodni čas $\in (0,83,1,36]$
Nesprejemljivo območje	maks. obhodni čas $\in (2,41, \infty)$	maks. obhodni čas $\in (2,40, \infty)$	maks. obhodni čas $\in (1,36, \infty)$

število potrebnih prehodov odvisno izključno od dogajanja na prehodu oziroma omrežju Konnex. Kot je razvidno iz slike 2, je simulacija izvajanja storitev UPZ v posameznem stanovanju izvedena s pomočjo podomrežij (angl. subnetworks), pri čemer pa je lahko v simulaciji več podomrežij oziroma več parov posameznih tipov stanovanj (npr. 1-sobno_1, 1-sobno_2, 2-sobno_1, 2-sobno_2 itd.). Slika 3 pa prikazuje topologijo simulacijskega omrežja znotraj podomrežij, kjer je jasno razvidno, katere storitve UPZ uporabljamo v simulaciji, ki v njej nastopajo kot izvori (angl. sources). Vsako podomrežje sestavljajo iste storitve UPZ, med seboj se pa razlikujejo po številu izvedbe posamezne storitve UPZ.



Slika 3: Topologija simulacijskega omrežja v podomrežju

3.3 Storitve UPZ v simulacijskem omrežju

Namen tega poglavja je podrobno določiti vse storitve UPZ, ki se pojavljajo v simulacijskem omrežju. Posamezne storitve UPZ nastopajo kot izvori, katerih osnovna naloga je ustvarjanje sporočil, ki se nato

pošljejo po simulacijskem omrežju na naprave Konnex. Vsako sporočilo je sestavljeno iz zahteve po izvedenju določene storitve UPZ ter potrditve, ali je bila določena storitev UPZ izvedena ali ne. Storitve UPZ v simulacijskem omrežju so: diskretno upravljanje razsvetljave, zvezno upravljanje razsvetljave, upravljanje senčil, merjenje notranje temperature, merjenje zunanje temperature, merjenje notranje osvetljenosti, merjenje zunanje osvetljenosti, merjenje vlažnosti zraka v prostoru, upravljanje naprave za vlaženje zraka in upravljanje naprave za ogrevanje/hlajenje. Kot je bilo že navedeno, se posamezni izvori storitev UPZ v simulacijskem omrežju nahajajo v podomrežjih, ki smiselno pomenijo različne tipe stanovanj.

3.4 Določitev časovne porazdelitve izvajanja posameznih storitev UPZ

Namen tega poglavja je določiti količino in časovno porazdelitev izvajanja posamezne storitve UPZ znotraj posameznega tipa stanovanj. Kot je bilo že navedeno, smo v simulaciji tipe stanovanj razdelili v naslednje razrede: enosobno, dvosobno, trisobno in štirisobno. Za tovrstno razdelitev smo se odločili zato, ker najbolje predstavlja dejansko stanje v realnem okolju. Glede na tip stanovanja pa se v njem nahaja različna količina posameznih elementov UPZ, ki omogočajo izvajanje posameznih storitev UPZ, kar posledično pomeni različno količino izvajanja posamezne storitve UPZ pri posameznem tipu stanovanj. Količina posameznih elementov UPZ za posamezen tip stanovanja je prikazana v tabeli 2.

3.5 Potek izvajanja simulacije

Simulacijo, ki jo prikazujeta sliki 2 in 3, smo izvajali tako, da smo v korakih dodajali količino posameznih tipov stanovanj, s čimer se je tudi povečeval promet v simulacijskem omrežju. Simulacijo smo začeli s štirimi stanovanji, in sicer enosobnim, dvosobnim, trisobnim in štirisobnim, pri čemer smo merili obhodni čas izvajanja posamezne storitve UPZ v posameznem stanovanju. V naslednjem koraku smo povečali količino posameznega

Tabela 2: Izvajanje storitev UPZ v posameznem tipu stanovanj

Storitve UPZ	Število izvajanj posamezne storitve				Časovna porazdelitev
	Enosobno	Dvosobno	Trisobno	Štirisobno	
Diskretno upravljanje razsvetljave	6	10	14	20	EkspONENTNO
Zvezno upravljanje razsvetljave	4	6	10	14	EkspONENTNO
Upravljanje senčil	3	4	5	8	EkspONENTNO
Merjenje notranje temperature	30	60	90	120	Konstantno
Merjenje zunanje temperature	30	30	30	30	Konstantno
Merjenje notranje osvetljenosti	30	60	90	120	Konstantno
Merjenje zunanje osvetljenosti	30	60	90	120	Konstantno
Merjenje vlage v prostoru	30	60	90	120	Konstantno
Upravljanje naprave za vlaženje zraka	1	2	3	4	Konstantno
Upravljanje naprave za ogrevanje/hlajenje	1	1	1	1	EkspONENTNO

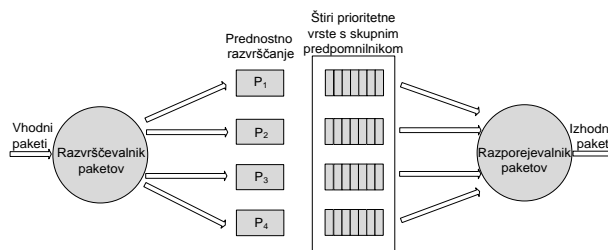
tipa stanovanja za vrednost ena, torej smo imeli v simulacijskem omrežju osem stanovanj. Tovrsten postopek povečevanja smo nadaljevali do količine dvaintrideset stanovanj oziroma osem parov posameznih tipov stanovanj. Pri vsaki povečavi količine stanovanj smo merili obhodne čase izvajanja posameznih storitev UPZ v posameznih stanovanjih, ki so se zaradi povečevanja prometa podaljševali.

3.6. Prioritetno upravljanje vrst na prehodu

Posamezne storitve UPZ so bolj občutljive na zakasnitev v omrežju kot druge, kar posledično pomeni, da ima zakasnitev v omrežju pri teh storitvah večji vpliv na kakovost uporabniške izkušnje. Pri večjem prometu je pričakovati, da na prehodu UPZ/IP prihaja do velikih čakalnih vrst, zato je smiselno uvesti model za prioriteten upravljanje vrst na prehodu, ki omogoča razvrščanje paketov v čakalne vrste glede na stopnjo prioritete. Storitve UPZ smo razvrstili v štiri prioritete razrede, in sicer P1, P2, P3 in P4, kjer ima razred P1 najnižjo prioriteto in razred P4 najvišjo. Tabela 3 prikazuje posamezne storitve UPZ in prioritete razrede, v katerih se nahajajo. Upravljanje paketov na prehodu UPZ/IP se izvaja s pomočjo mehanizma, ki ga prikazuje slika 4. Obstajajo številni mehanizmi za razvrščanje in razporejanje paketov v vrstah [9], mi pa smo uporabili mehanizem za razvrščanje in razporejanje paketov, imenovan strogo prednostno razvrščanje (angl. stric priority). Strogo prednostno razvrščanje deluje po načelu, ki zagotavlja razporejanje paketov v posameznih prioritetenih vrstah na podlagi mehanizma prvi vhod prvi izhod (angl. first input first output), kjer se vedno začne prenos paketov iz tiste neprazne vrste, ki ima najvišjo prioriteto. Kot je razvidno iz slike 4, se vhodni paketi najprej s pomočjo razvrščevalnika razporedijo v posamezne čakalne vrste, ki nastanejo v skupnem predpomnilniku glede na prioriteten razred (P1, P2, P3 in P4). Iz slike 4 je tudi razvidno, da se nato paketi začnejo prenašati iz posameznih čakalnih vrst s pomočjo razporejevalnika v skladu s prioritetenimi razredi.

Tabela 3: Razvrščanje storitev v prioritete razrede

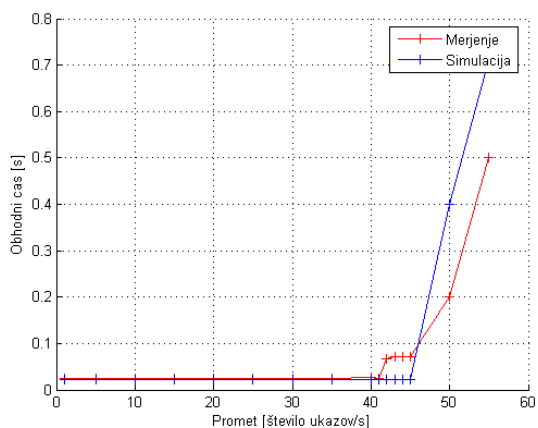
Prioritetni razredi			
P1	P2	P3	P4
Merjenje notranje temperature			
Merjenje zunanje temperature			
Merjenje notranje osvetljenosti			
Merjenje zunanje osvetljenosti	Zvezno upravljanje razsvetljave	Diskretno upravljanje razsvetljave	Upravljanje senčil
Merjenje vlage v zraku			
Upravljanje naprave za vlaženje zraka			
Upravljanje naprave za ogrevanje/hlajenje			



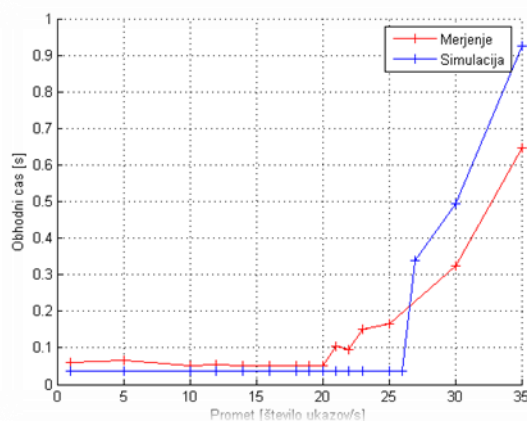
Slika 4: Mehanizem za prioriteten upravljanje čakalnih vrst na prehodu UPZ/IP

4 REZULTATI

V tem poglavju navajamo vse rezultate, ki smo jih pridobili s pomočjo simulacije delovanje storitev UPZ v konvergenčnem arhitekturnem modelu. Rezultati se nanašajo na izmerjene obhodne čase posameznih storitev UPZ v konvergenčnem arhitekturnem modelu. Ker se obhodni časi pri različnih stopnjah prometa spreminjajo, predstavimo posamezne obhodne čase storitev UPZ v različnih situacijah, ko je v simulaciji različno število posameznih tipov stanovanj in posledično različna vrednost prometa v konvergenčnem arhitekturnem modelu. Za potrditev pravilnega delovanja simulacije na začetku najprej podajamo primerjavo med izmerjeno vrednostjo obhodnega časa storitve *write group service* in storitve *read group service* pri različnih stopnjah prometa in vrednostjo obhodnega časa storitve *write group service* in *read group service* pri različnih stopnjah prometa, ki ga pridobimo iz simulacije, kar prikazujeta sliki 5 in 6. Storitvi aplikacijskega sloja protokola UPZ *write group service* in *read group service* omogočata izvajanje vseh storitev UPZ, katerih izvajanje simuliramo.



Slika 5: Primerjava med izmerjeno vrednostjo obhodnega časa storitve *write group service* in med vrednostjo, pridobljeno iz simulacije



Slika 6: Primerjava med izmerjeno vrednostjo obhodnega časa storitve *read group service* in med vrednostjo, pridobljeno iz simulacije

Tabela 4: Obhodni časi pri dvajsetih stanovanjih

Storitev UPZ	1. sobno stanovanje						2. sobno stanovanje					
	Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste			Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste		
	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.
d. upr. raz.	167,58	322,34	888,16	102,45	163,70	470,00	200,03	505,83	1255,04	119,39	310,44	758,51
z. upr. raz.	438,71	467,92	1168,78	247,05	397,74	626,26	288,12	276,33	556,22	123,12	130,11	305,21
upr. sen.	261,23	78,83	576,95	211,23	66,33	326,95	227,43	137,55	436,11	127,43	77,55	186,11
n.temp.	75,60	86,15	539,55	104,57	102,55	812,00	71,21	63,83	545,57	80,76	70,62	600,03
z.temp.	104,76	212,53	1248,98	134,08	333,77	1576,43	68,11	13,83	141,18	73,41	16,90	157,14
n.osv.	142,95	284,18	1673,30	218,90	304,65	1911,37	95,59	207,57	1667,68	104,35	243,22	1814,64
z.osv.	112,86	263,42	1531,42	114,33	290,07	1817,00	82,38	129,92	1080,18	88,65	138,60	1128,64
v.až.	115,78	279,13	1618,92	132,77	299,35	1845,12	75,90	23,10	252,68	81,19	24,47	266,64
upr.n.v.až.	588,04	634,00	1222,04	727,53	708,00	1555,53	688,04	534,00	1432,04	927,53	608,00	1755,53
upr.ogr./hl.	55,66	0,00	55,66	65,02	0,00	65,02	72,54	0,00	72,54	76,03	0,00	76,03
	3. sobno stanovanje						4. sobno stanovanje					
	Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste			Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste		
	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.
d. upr. raz.	229,35	232,78	530,03	129,35	132,78	330,03	284,01	224,59	720,86	174,01	124,59	420,86
z. upr. raz.	304,69	307,24	635,02	146,69	153,24	355,02	346,13	263,62	800,13	186,13	143,62	456,56
upr. sen.	221,02	208,05	436,71	121,02	130,05	296,71	317,71	305,74	606,68	167,71	155,74	306,68
n.temp.	96,02	106,53	828,11	108,08	114,61	1016,03	83,06	96,01	830,07	95,36	136,50	1063,82
z.temp.	52,91	28,08	204,11	76,76	63,64	438,53	150,87	188,28	1212,55	173,17	231,77	1546,30
n.osv.	81,00	77,83	815,11	103,07	90,69	999,53	89,36	141,83	1623,19	96,87	143,57	1882,55
z.osv.	72,49	179,03	1743,61	83,72	193,50	1886,03	69,15	158,02	1759,44	88,41	194,41	2186,27
v.až.	82,00	181,42	1450,88	96,11	202,10	1674,30	74,70	161,03	1765,69	77,00	165,97	1892,52
upr.n.v.až.	510,02	653,37	1434,03	639,51	778,81	1673,51	403,78	609,46	1459,39	441,94	661,09	1763,98
upr.ogr./hl.	60,53	0,00	60,53	66,52	0,00	66,52	63,77	0,00	63,77	71,88	0,00	71,88

Tabela 5: Obhodni časi pri štiriindvajsetih stanovanjih

Storitev UPZ	1. sobno stanovanje						2. sobno stanovanje					
	Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste			Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste		
	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.
d. upr. raz.	246,25	495,81	1354,63	122,59	239,98	705,88	239,62	612,12	2071,30	152,10	339,66	1090,05
z. upr. raz.	567,91	929,28	2176,30	522,39	804,64	1913,80	617,39	1191,81	2389,49	391,92	419,49	1131,98
upr. sen.	433,52	564,32	1763,12	277,77	287,77	711,33	598,98	679,29	1811,27	271,49	312,73	793,29
n.temp.	133,44	119,00	774,19	142,23	213,26	1290,19	87,84	104,23	821,86	99,43	129,29	990,19
z.temp.	151,74	310,30	1822,69	172,30	393,87	2227,69	78,65	17,43	171,86	89,01	27,46	271,86
n.osv.	159,42	305,02	1801,86	237,97	389,76	2301,19	107,29	225,71	1813,53	124,26	257,89	2019,78
z.osv.	166,40	360,73	2108,94	199,00	455,46	2592,69	110,26	266,24	2155,19	122,51	326,59	2627,69
v.až.	351,06	361,84	2298,94	373,22	399,51	2586,44	85,71	28,27	301,44	95,38	38,20	371,44
upr.n.v.až.	196,30	0,00	196,30	196,30	0,00	196,30	1112,55	1051,25	2163,80	1377,55	1327,25	2483,80
upr.ogr./hl.	72,55	0,00	72,55	76,98	0,00	76,98	81,98	0,00	81,98	91,29	0,00	91,29
	3. sobno stanovanje						4. sobno stanovanje					
	Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste			Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste		
	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.
d. upr. raz.	241,81	391,98	1390,31	189,94	285,39	719,37	341,77	416,59	1691,41	201,45	246,91	939,93
z. upr. raz.	775,99	756,91	1839,59	503,20	461,90	1091,92	689,91	549,19	1594,35	402,96	291,42	890,93
upr. sen.	582,41	610,13	1540,20	277,91	297,71	640,99	639,93	598,49	1719,83	398,92	267,19	789,92
n.temp.	115,01	135,68	1042,63	154,62	178,21	1131,38	96,17	127,62	1100,13	108,66	138,19	1271,38
z.temp.	68,22	35,50	258,47	97,55	53,45	412,47	214,14	332,77	2005,97	292,95	407,98	2378,05
n.osv.	90,98	109,97	1062,22	117,06	159,53	1423,13	105,78	175,97	1945,55	154,13	254,62	2108,05
z.osv.	122,34	246,76	2286,38	159,17	419,96	2437,47	105,81	220,76	2303,88	137,37	274,24	2731,30
v.až.	179,14	289,74	2408,88	243,48	457,90	2698,05	141,36	256,05	2416,38	159,19	271,39	2660,38
upr.n.v.až.	797,96	1052,41	2286,29	837,96	1198,98	2566,29	616,29	974,28	2303,79	748,29	1129,24	2721,79
upr.ogr./hl.	135,46	0,00	135,46	149,65	0,00	149,65	72,54	0,00	72,54	81,90	0,00	81,90

Tabela 6: Obhodni časi pri osemindvajsetih stanovanjih

Storitev UPZ	1. sobno stanovanje						2. sobno stanovanje					
	Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste			Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste		
	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.
d. upr. raz.	373,04	731,39	2002,55	228,40	428,91	1229,62	293,81	747,92	2524,69	153,16	410,44	1027,19
z. upr. raz.	701,43	1128,55	2651,83	389,62	777,06	1281,83	401,43	728,55	1651,83	289,62	478,06	982,42
upr. sen.	522,72	674,72	1724,22	301,11	312,68	756,93	478,91	498,56	1487,98	291,47	219,25	691,96
n.temp.	157,95	155,02	992,34	191,71	353,96	2097,73	107,14	135,96	1059,48	133,46	187,61	1324,77
z.temp.	183,69	415,80	2422,69	234,88	488,70	2782,69	95,44	21,84	210,19	134,77	41,69	370,19
n.osv.	226,98	353,84	2032,34	365,91	421,78	2634,48	146,88	269,19	2147,69	187,87	317,55	2430,19
z.osv.	200,90	429,84	2315,55	348,41	521,78	2816,98	131,27	355,89	2864,87	167,09	391,21	3177,37
vlač.	421,89	466,79	2835,19	491,69	522,69	3160,55	115,96	50,98	472,69	126,06	65,98	672,69
upr.n.vlač.	1394,15	1125,89	2720,05	1466,66	1228,39	3395,05	1291,15	1087,31	2612,05	1466,66	1328,39	3295,05
upr.ogr./hl.	84,33	0,00	81,92	84,33	0,00	84,33	79,89	0,00	79,89	91,83	0,00	91,83
Storitev UPZ	3. sobno stanovanje						4. sobno stanovanje					
	Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste			Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste		
	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.
d. upr. raz.	597,92	886,92	2777,39	376,36	507,25	1197,30	1198,29	691,49	2139,91	649,99	418,97	1284,93
z. upr. raz.	531,39	541,99	1540,19	298,19	301,41	819,94	803,64	497,33	1983,26	507,27	303,55	1029,08
upr. sen.	673,46	729,30	1701,40	310,30	277,54	729,71	398,93	517,82	1398,31	201,98	189,91	598,49
n.temp.	138,86	151,02	1411,24	148,38	173,40	1968,39	92,70	148,36	1418,00	128,17	194,24	1997,14
z.temp.	78,23	41,87	303,00	88,13	54,87	388,00	277,18	405,63	2315,14	280,34	436,98	2732,64
n.osv.	84,59	202,16	1991,57	101,43	293,30	2613,00	157,10	222,65	2132,64	195,78	243,92	2567,31
z.osv.	109,00	271,02	2572,64	125,06	324,42	2869,93	85,89	232,70	2245,14	104,97	294,20	2761,21
vlač.	209,99	359,95	3071,93	239,56	418,93	3334,43	167,44	322,99	2978,71	218,31	346,63	3341,21
upr.n.vlač.	991,48	1114,20	2650,04	1068,14	1313,03	3225,04	761,65	1215,84	2867,54	880,41	1348,31	3142,54
upr.ogr./hl.	98,25	0,00	98,25	104,33	0,00	104,33	84,36	0,00	84,36	89,15	0,00	89,15

Tabela 7: Obhodni časi pri dvaintridesetih stanovanjih

Storitev UPZ	1. sobno stanovanje						2. sobno stanovanje					
	Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste			Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste		
	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.
d. upr. raz.	576,17	954,87	2606,30	317,05	417,27	1234,11	461,21	893,52	3021,30	261,20	486,77	1318,80
z. upr. raz.	827,29	1358,59	3178,80	491,20	437,94	1340,05	132,24	207,41	578,80	84,02	138,65	355,36
upr. sen.	635,29	773,32	2023,36	362,33	367,43	826,05	619,94	416,78	1984,47	348,34	217,65	789,93
n.temp.	189,71	201,43	1274,26	231,00	399,29	2381,13	121,52	155,15	1135,19	209,98	197,98	1374,94
z.temp.	221,11	519,46	3018,32	319,58	643,54	3465,82	99,75	84,96	557,07	126,90	188,44	954,82
n.osv.	269,11	449,44	2689,26	367,45	577,21	3435,19	170,76	339,14	2702,38	234,21	415,58	3211,19
z.osv.	200,23	483,74	2805,19	346,79	546,24	3317,69	153,14	411,84	3316,44	393,05	543,86	4116,44
vlač.	485,12	534,49	3362,69	605,08	643,27	3765,19	115,87	126,07	1083,94	214,04	188,13	1243,94
upr.n.vlač.	943,80	0,00	943,80	989,80	0,00	1208,80	1185,05	1517,50	3202,55	1765,05	1575,00	3657,05
upr.ogr./hl.	95,98	0,00	95,98	122,39	0,00	122,39	100,98	0,00	100,98	108,19	0,00	108,19
Storitev UPZ	3. sobno stanovanje						4. sobno stanovanje					
	Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste			Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste		
	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.
d. upr. raz.	673,21	794,52	2964,30	358,20	534,77	1277,80	987,45	816,91	3240,31	491,54	489,61	1196,92
z. upr. raz.	743,39	813,91	3145,98	398,98	489,98	1404,87	1029,29	1358,59	3653,40	588,20	469,94	1403,05
upr. sen.	767,37	832,27	2142,36	439,65	299,47	831,42	467,87	678,92	1467,34	289,91	234,11	736,59
n.temp.	107,16	193,86	1668,29	202,76	243,92	1854,15	90,48	180,53	1594,21	147,50	212,33	1941,09
z.temp.	122,40	147,88	918,29	207,51	279,36	1133,34	280,54	530,30	2936,09	322,68	587,66	3370,46
n.osv.	123,93	277,92	2647,05	219,83	323,30	3122,24	130,46	267,76	2648,27	237,19	294,91	3154,21
z.osv.	123,63	309,56	2803,59	211,27	399,27	3317,96	90,08	261,32	1822,96	139,51	364,23	2906,40
vlač.	221,82	371,83	2960,46	296,83	454,88	3333,77	181,44	365,77	2988,27	242,11	427,83	3625,77
upr.n.vlač.	915,35	1505,59	3238,17	1040,25	1553,03	3775,67	888,17	1324,61	3299,67	1021,37	1612,22	3993,17
upr.ogr./hl.	152,85	0,00	152,85	171,60	0,00	171,60	95,98	0,00	95,98	109,92	0,00	109,92

Tabela 8: Obhodni časi pri šestintridesetih stanovanjih

Storitev UPZ	1. sobno stanovanje						2. sobno stanovanje					
	Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste			Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste		
	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.
d. upr. raz.	1153,23	1370,22	3969,45	734,76	845,32	2014,11	752,14	913,21	3331,45	430,31	379,22	865,34
z. upr. raz.	1476,74	1649,22	4672,11	840,43	921,22	2470,10	165,43	234,54	611,22	96,54	129,34	378,22
upr. sen.	943,86	1354,56	2750,20	447,22	856,21	1497,21	812,44	760,22	1920,23	560,43	412,11	1031,11
n.temp.	240,70	271,00	1476,21	376,34	417,52	1889,58	134,22	160,21	1345,55	222,98	297,98	1897,94
z.temp.	271,97	503,77	3122,59	365,63	676,23	3873,43	99,75	84,96	594,34	143,22	162,22	1065,22
n.osv.	234,29	376,67	2788,42	389,22	443,77	3370,76	205,43	423,32	3450,21	447,67	787,22	4320,77
z.osv.	315,28	621,22	3415,53	391,23	806,21	3997,49	187,22	547,21	3740,21	289,22	651,32	4351,67
vlač.	567,22	591,23	3132,11	705,08	719,27	3823,19	143,92	176,49	1293,22	179,21	365,43	1507,22
upr.n.vlač.	1230,11	0,00	1230,11	1417,56	0,00	1417,56	1271,24	1852,67	3712,56	1612,45	1992,61	3993,22
upr.ogr./hl.	97,21	0,00	97,21	105,98	0,00	105,98	117,22	0,00	117,22	139,78	0,00	139,78
Storitev UPZ	3. sobno stanovanje						4. sobno stanovanje					
	Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste			Brez prioritetnega upravljanja vrste			Prioritetno upravljanje vrste		
	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.	pov.	st. dv.	maks.
d. upr. raz.	1387,49	1254,34	4371,22	861,26	715,11	2245,94	1976,21	1689,56	4987,36	1031,72	1038,12	2541,31
z. upr. raz.	1554,93	1320,45	4672,37	893,83	862,39	2387,73	2031,43	1897,91	5031,21	1316,45	1090,91	2876,43
upr. sen.	1387,72	1264,29	4143,33	692,94	765,31	2097,31	1761,49	1764,37	4678,39	1143,32	978,45	2541,45
n.temp.	137,98	209,31	1653,23	243,21	487,32	2011,45	141,45	287,41	2049,57	591,49	559,54	2458,91
z.temp.	171,23	198,78	1289,34	309,33	357,31	2041,31	317,88	690,97	3467,41	679,92	781,95	4271,37
n.osv.	121,22	203,36	2010,98	293,22	440,50	2230,34	210,56	356,76	3319,65	314,28	438,75	3967,49
z.osv.	345,56	476,45	3756,23	415,29	605,92	4192,01	120,92	391,56	3652,78	254,92	617,48	4287,59
vlač.	331,11	498,99	3763,31	387,98	561,34	4201,33	171,45	298,76	2887,54	191,73	319,59	2895,04
upr.n.vlač.	902,13	1403,11	2876,54	1261,29	1689,35	3876,51	769,65	996,40	2986,49	1320,41	1030,95	3627,31
upr.ogr./hl.	203,31	0,00	203,31	249,98	0,00	249,98	154,45	0,00	154,45	189,45	0,00	189,45

V nadaljevanju predstavljamo rezultate, ki jih pridobimo iz simulacije delovanja storitev UPZ v konvergenčnem arhitekturnem modelu, ki so prikazani v tabelah od 4 do 8. V posamezni tabeli so prikazani povprečni obhodni časi, standardna deviacija in maksimalen obhodni čas za posamezno storitev UPZ pri posameznem tipu stanovanj in pri različnih količinah posameznih tipov stanovanj. Za ponazoritev optimizacije delovanja prehoda UPZ/IP so posebej predstavljeni obhodni časi za primer uporabe prehoda brez optimizacije delovanja in za primer uporabe prehoda z optimizacijo delovanja.

5 RAZPRAVA

Glavni namen simulacije je ugotoviti, kolikšen promet oziroma kolikšno število stanovanjskih enot je mogoče upravljati prek omrežij TCP/IP s pomočjo enega prehoda UPZ/IP, pri čemer mora biti za vsako storitev UPZ zagotovljena ustrezna kakovost uporabniške izkušnje. Namen simulacije pa je tudi pokazati optimizacijo delovanja prehoda UPZ/IP s pomočjo prioritete upravljanja čakalnih vrst na prehodu, kjer prehod najprej obravnava tiste storitve, pri katerih ima zakasnitev večji vpliv na kakovost uporabniške izkušnje, in nato tiste, kjer je vpliv zakasnitve na kakovost uporabniške izkušnje manjši. Tako je omogočeno upravljanje večjega števila stanovanj prek omrežij TCP/IP s pomočjo enega prehoda. Mehanizme za prioriteto upravljanje vrste na prehodu UPZ/IP smo navedli v poglavju 3.6, v [9] pa smo ugotovili, kako zakasnitev vpliva na kakovost uporabniške izkušnje pri izvajanju posameznih storitev UPZ prek omrežij TCP/IP. V prispevku [9] smo tudi predlagali preslikavo vrednosti zakasnitve omrežja v prostor subjektivnega ocenjevanja kakovosti uporabniške izkušnje za posamezne storitve UPZ, pri čemer smo kakovost uporabniške izkušnje razvrstili v tri območja (območje zadovoljstva, dopustno območje in nesprejemljivo območje), kar je podrobno predstavljeno v tabeli 1.

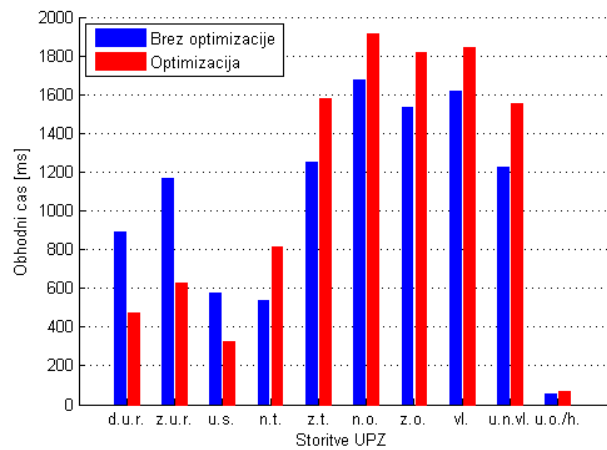
S pomočjo simulacije delovanja storitev UPZ v konvergenčnem arhitekturnem modelu pa smo pridobili podatke o vrednostih obhodnih časov pri izvajanju posameznih storitev UPZ v posameznem tipu stanovanj in pri posamezni količini stanovanj (tabele od 4 do 8). Glavni cilj tega poglavja pa je pokazati, kako posamezne storitve UPZ prehajajo po posameznih območjih kakovosti uporabniške izkušnje (območje zadovoljstva, dopustno območje in nesprejemljivo območje) v simulaciji konvergenčnega arhitekturnega modela tedaj, ko na prehodu UPZ/IP ni zagotovljena optimizacija delovanja in kadar je na prehodu UPZ/IP optimizacija delovanja zagotovljena, kar je prikazano v tabeli 10. Pri tem smo se omejili na storitve UPZ, ki spadajo glede na klasifikacijo v tabeli 3 v prioritete razrede P2, P3 in P4, saj so te storitve izjemno interaktivne in pri njih zakasnitev močno vpliva na

kakovost uporabniške izkušnje. Pri storitvah UPZ iz prioritete razreda P1 v tabeli 3 pa zakasnitev ne vpliva na kakovost uporabniške izkušnje in jih zato v tem poglavju ne obravnavamo. Merila, s pomočjo katerih smo posamezne storitve UPZ v tabeli 10 razvrstili v posamezno območje kakovosti uporabniške izkušnje, se nanašajo na vrednost maksimalnega obhodnega časa pri izvajanju posameznih storitev UPZ v simulacijskem okolju in so prikazani v tabeli 1.

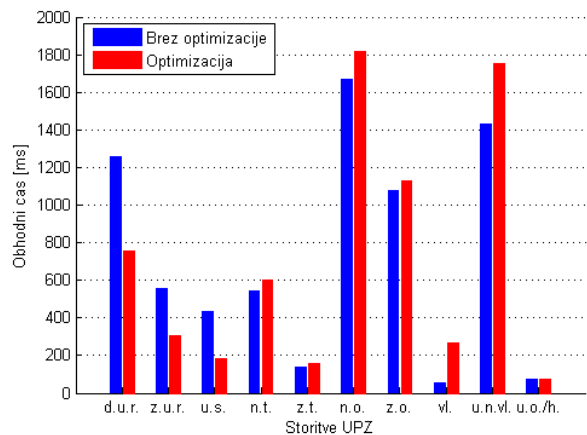
Iz tabele 9 je razvidno, da se vse storitve UPZ pri dvajsetih stanovanjih brez prioritete upravljanja vrste na prehodu UPZ/IP razvrstijo v območje zadovoljstva. Čeprav se pri prioritete upravljanju vrst na prehodu obhodni časi skrajšajo, je mogoče kljub temu upravljati vse storitve UPZ s pomočjo enega prehoda brez prioritete upravljanja vrst na njem. Pri štiriindvajsetih stanovanjih pa je iz tabele 9 razvidno, da se pri uporabi enega prehoda UPZ/IP, ki ne omogoča prioritete upravljanja vrst na njem, storitve diskretne upravljanja razsvetljave in storitve zveznega upravljanja razsvetljave razvrstijo v dopustno območje, storitve upravljanja senčil pa v nesprejemljivo območje. Pri upravljanju čakalnih vrst na prehodu UPZ/IP pa je iz tabele 9 razvidno, da se vse storitve UPZ razvrstijo v območje zadovoljstva pri prioritete upravljanju čakalnih vrst na prehodu. Iz tega lahko povzamemo, da štiriindvajsetih stanovanj ni mogoče upravljati s pomočjo enega prehoda UPZ/IP, ki ne omogoča prioritete upravljanja vrst na njem. Ko je stanovanj osemindvajset, pa je iz tabele 9 razvidno, da se pri uporabi enega prehoda UPZ/IP, ki ne omogoča prioritete upravljanja vrst na njem, storitve diskretne upravljanja razsvetljave v enosobnih stanovanjih in v štirisobnih stanovanjih razvrstijo v dopustno območje, storitve diskretne upravljanja razsvetljave v dvosobnih stanovanjih in v trisobnih stanovanjih pa se razvrstijo v nesprejemljivo območje. Prav tako je iz tabele 9 razvidno, da se pri uporabi enega prehoda UPZ/IP, ki ne omogoča prioritete upravljanja vrst na njem, storitve zveznega upravljanja razsvetljave v enosobnih stanovanjih razvrstijo v nesprejemljivo območje uporabniške izkušnje, storitve zveznega upravljanja razsvetljave v dvosobnih, trisobnih in štirisobnih stanovanjih pa se razvrstijo v dopustno območje uporabniške izkušnje. Storitve upravljanja senčil pa se tedaj, ko je stanovanj osemindvajset, razvrstijo v nesprejemljivo območje. Pri prioritete upravljanju čakalnih vrst na prehodu UPZ/IP pa je iz tabele 9 razvidno, da se tedaj, ko je stanovanj osemindvajset, vse storitve UPZ razvrstijo v območje zadovoljstva. Iz tega lahko povzamemo, da osemindvajsetih stanovanj ni mogoče upravljati s pomočjo enega prehoda UPZ/IP, ki ne omogoča prioritete upravljanja vrst na njem. Pri dvaintridesetih stanovanjih pa je iz tabele 9 razvidno, da se pri uporabi prehoda UPZ/IP, ki ne omogoča prioritete upravljanja vrst na njem, vse storitve

razvrstijo v nesprejemljivo območje, razen storitve zveznega upravljanja razsvetljave v dvosobnem stanovanju, ki se razvrsti v območje zadovoljstva. Pri prioritetenem upravljanju čakalnih vrst na prehodu UPZ/IP pa je iz tabele 9 razvidno, da se tedaj, ko je stanovanj dvaintrideset, vse storitve UPZ razvrstijo v območje zadovoljstva. Iz tega lahko povzamemo, da dvaintridesetih stanovanj ni mogoče upravljati s pomočjo enega prehoda UPZ/IP, ki ne omogoča prioritetenega upravljanja vrst na njem. V primeru šestintridesetih stanovanj pa je iz tabele 9 razvidno, da se pri uporabi prehoda UPZ/IP, ki ne omogoča prioritetenega upravljanja vrst na njem, vse storitve razvrstijo v nesprejemljivo območje, razen storitve zveznega upravljanja razsvetljave v dvosobnem stanovanju, ki se razvrsti v območje zadovoljstva. Prav tako pa se pri prioritetenem upravljanju čakalnih vrst na prehodu UPZ/IP tedaj, ko je stanovanj šestintrideset, večina storitev razvrsti v nedopustno območje. Iz tega lahko povzamemo, da šestintridesetih stanovanj ni mogoče upravljati s pomočjo enega prehoda UPZ/IP, tudi če le-ta omogoča prioritetenno upravljanje vrst na njem.

Za boljši prikaz delovanja optimizacije na prehodu slike od 7 do 10 prikazujejo obhodne čase za posamezne storitve UPZ pri dvaintridesetih stanovanjih posebej za vsak tip stanovanja. Iz slik od 7 do 10 je jasno razvidno, kako se s pomočjo optimizacije delovanja prehoda obhodni časi storitev iz prioriternih razredov P2, P3 in P4 skrajšajo, obhodni časi storitev iz prioritnega razreda P1 pa se podaljšajo.



Slika 7: Primerjava obhodnega časa pri izvajanju storitev UPZ brez optimizacije in z optimizacijo delovanja prehoda v enosobnih stanovanjih konvergenčnega arhitekturnega modela

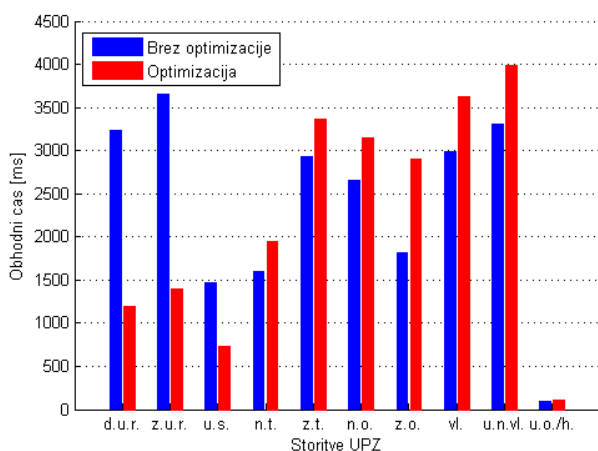


Slika 8: Primerjava obhodnega časa pri izvajanju storitev

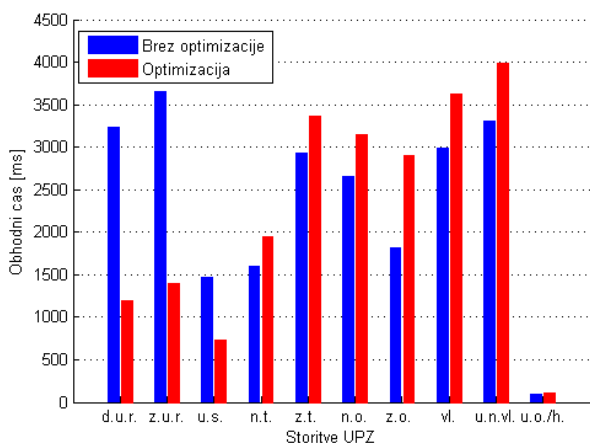
Tabela 9: Razvrstitev storitev UPZ v območja uporabniške izkušnje

	Brez prioritetenega upravljanja vrste na prehodu			Brez prioritetenega upravljanja vrste na prehodu		
	o.zad.	dop.o.	nespr.o.	o.zad.	dop.o.	nespr.o.
20 stanovanj						
enosobna	d. u. r., z. u. r., u. s.			d. u. r., z. u. r., u. s.		
dvosobna	d. u. r., z. u. r., u. s.			d. u. r., z. u. r., u. s.		
trisosbna	d. u. r., z. u. r., u. s.			d. u. r., z. u. r., u. s.		
štirisobna	d. u. r., z. u. r., u. s.			d. u. r., z. u. r., u. s.		
24 stanovanj						
enosobna		d. u. r., z. u. r.	u. s.	d. u. r., z. u. r., u. s.		
dvosobna		d. u. r., z. u. r.	u. s.	d. u. r., z. u. r., u. s.		
trisosbna		d. u. r., z. u. r.	u. s.	d. u. r., z. u. r., u. s.		
štirisobna		d. u. r., z. u. r.	u. s.	d. u. r., z. u. r., u. s.		
28 stanovanj						
enosobna		d. u. r.	z. u. r., u. s.	d. u. r., z. u. r., u. s.		
dvosobna		z. u. r.	d. u. r., u. s.	d. u. r., z. u. r., u. s.		
trisosbna		z. u. r.	d. u. r., u. s.	d. u. r., z. u. r., u. s.		
štirisobna		d. u. r., z. u. r.	u. s.	d. u. r., z. u. r., u. s.		
32 stanovanj						
enosobna			d. u. r., z. u. r., u. s.	d. u. r., z. u. r., u. s.		
dvosobna	z. u. r.		d. u. r., u. s.	d. u. r., z. u. r., u. s.		
trisosbna			d. u. r., z. u. r., u. s.	d. u. r., z. u. r., u. s.		
štirisobna			d. u. r., z. u. r., u. s.	d. u. r., z. u. r., u. s.		
36 stanovanj						
enosobna			d. u. r., z. u. r., u. s.	d. u. r.	d. u. r.	z. u. r., u. s.
dvosobna	z. u. r.		d. u. r., u. s.	d. u. r., z. u. r.	u. s.	
trisosbna			d. u. r., z. u. r., u. s.	d. u. r., z. u. r.		u. s.
štirisobna			d. u. r., z. u. r., u. s.	d. u. r., z. u. r., u. s.		d. u. r., z. u. r., u. s.

UPZ brez optimizacije in z optimizacijo delovanja prehoda v dvosobnih stanovanjih konvergenčnega arhitekturnega modela



Slika 9: Primerjava obhodnega časa pri izvajanju storitev UPZ brez optimizacije in z optimizacijo delovanja prehoda v trisobnih stanovanjih konvergenčnega arhitekturnega modela



Slika 10: Primerjava obhodnega časa pri izvajanju storitev UPZ brez optimizacije in z optimizacijo delovanja prehoda v štirisobnih stanovanjih konvergenčnega arhitekturnega modela

6 SKLEP

V zadnjem času so se močno uveljavili sistemi in storitve za UPZ, ki temeljijo na konceptu računalništva v oblaku, kar telekomunikacijskim operaterjem omogoča uvajanje novih storitev M2M s področja inteligentnega doma. Izvršilna povezovalna programska oprema za UPZ, ki se nahaja na strani operaterja v trenutku, ko želi uporabnik uporabiti določeno storitev UPZ, pošlje zahtevo za izvajanje storitve na prehod UPZ/IP v obliki sporočila Webservice, ki ga le-ta nato pretvori v sporočilo Konnex. V trenutku, ko se na prehodu UPZ/IP pojavita dve zahtevi po izvajanju storitev UPZ hkrati, pa jih le-ta razvrsti v čakalno vrsto in jih nato izvaja zaporedno, ne glede na tip storitve UPZ. Nekatere storitve UPZ so bolj interaktivne oziroma so bolj občutljive na zakasnitev, zato je smiselno, da prehod v trenutku, ko se več zahtev po izvajanju storitev UPZ pojavi hkrati, obravnava najprej tiste storitve UPZ, ki so bolj interaktivne oziroma ima zakasnitev večji vpliv na kakovost uporabniške izkušnje. Iz tega izhaja motivacija za raziskavo, ki jo predstavljamo v tem

prispevku in ki se nanaša na optimizacijo delovanja prehoda UPZ/IP s pomočjo modela za prioritetno upravljanje vrst na prehodu. Optimizacijo delovanja prehoda pokažemo s pomočjo simulacije delovanja storitev UPZ v konvergenčnem sistemu inteligentnega doma (slika 1). Namen simulacije je bil ugotoviti, kolikšen promet oziroma kolikšno število stanovanjskih enot je mogoče upravljati prek omrežij TCP/IP s pomočjo enega prehoda UPZ/IP, pri čemer mora biti za vsako storitev UPZ zagotovljena ustrezna kakovost uporabniške izkušnje. Rezultati simulacije kažejo, da je brez optimizacije delovanja prehoda UPZ/IP mogoče upravljati s pomočjo enega prehoda največ 20 stanovanj hkrati, pri optimizaciji delovanja prehoda s pomočjo prioritetnega upravljanja čakalnih vrst na njem pa je mogoče s pomočjo enega prehoda upravljati 32 stanovanj, kar kaže na učinkovitost optimizacijskega modela.

LITERATURA

- [1] M. Umberger, I. Humar, A. Kos, J. Guna, A. Žemva in J. Bešter: *The Integration of Home-Automation and IPTV System and Services*. Članek v reviji *Computer Standards and Interfaces*, letn. 31, št. 4, 2009; str. 675–684.
- [2] M. Umberger: Analiza zmogljivosti prehoda Webservice/Konnex. *Elektrotehniški vestnik*, 81(3): 107–114, 2014.
- [3] A. R. Dennis in N. J. Taylor: *Information Foraging on the Web: The Effects of Acceptable Internet Delays on Multi-page Information Search Behavior*. Članek v reviji *Decision Support Systems*, letn. 4, članek št. 21, 2004; str. 810–824.
- [4] A. W. Rix, J. G. Beerends in D. S. Kim: Objective Assessment of Speech and Audio Quality - Technology and Applications, *IEEE Transaction on Audio, Speech and Language Processing* 6 (2006) 1890–1901.
- [5] K. Nakamura, M. Ogawa, T. Koita in K. Sato: *Implementation and Evaluation of Caching Method to Increase the Speed of UPnP Gateway*. Referat na konferenci *Proceedings of the 2008 IEEE/IFIP International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing - Volume 01, 2008*, str. 112–118.
- [6] J. H. Kim, S. H. Seo, T. Y. Moon, K. H. Kwon in J. W. Jeon: *A Method of Improving the Reliability of the Gateway System by Using OSEK/VDX*. Referat na konferenci *Proceedings of the IEEE International Conference on Control, Automation and Systems*, 17.–20. oktober 2007; str. 2838–2843.
- [7] R. Shaw in B. Jackman: *An Introduction to FlexRay as an Industrial Network*. Referat na konferenci *IEEE International Symposium on Industrial Electronics*, 30. junij – 2. julij 2008, Cambridge, United Kingdom; str. 849–1854.
- [8] OSEK/VDX Binding Specification: V1.4.2; 2004 (URL: http://osek_vdx.org)
- [9] M. Umberger, S. Lumbar, I. Humar: *Modeling the influence of network delay on the user experience in distributed home-automation networks*. Članek v reviji *Information Systems Frontiers*, letn. Avgust 2010, 14(3): 571–584.

Dr. Mark Umberger je direktor podjetja Entia, ki se ukvarja z razvojem in proizvodnjo sistemov in storitev iz področja interneta stvari. Podjetje pod lastno blagovno znamko ENTIAliving proizvaja sistem inteligentnega doma, ki temelji na osnovi koncepta računalništva v oblaku. Na raziskovalnem področju se Mark Umberger ukvarja z razvojem algoritmov za optimizacijo delovanja sistemov za upravljanje procesov v zgradbah. Najnovejše raziskave se nanašajo na analizo in optimizacijo delovanja močnostnih porabnikov v trgovskih centrih.