

Primer izboljšave trajnostnega ravnanja z naravnimi viri: vgradnja volumetričnih vodomeroz s sistemom daljinskega odčitavanja v podjetju Kraški vodovod Sežana d.o.o.

Vesna Kavre, dr. Tomislav Rozman

1 Uvod

Trajnostno naravnano ravnanje z naravnimi viri je nujno, če jih želimo ohraniti za prihodnje generacije. Pri tem pametno upravljanje z vodo v povezavi z informacijskimi tehnologijami predstavlja temelj pametnih mest in skupnosti (Piro et al., 2014).

Voda kot eden najpomembnejših naravnih virov zasluži še posebno obravnavo. Čeprav imamo občutek, da je v EU za ravnanje z vodo dobro poskrbljeno, UNESCOVO poročilo navaja, da več kot 120 mio. prebivalcev EU nima dostopa do pitne vode (World Water Assessment Programme, 2012, p.9).

Merjenje vode v osnovi ponuja priložnost, da se izboljša ravnovesje med zagotavljanjem dostopa do pitne vode, ponudnikovo pravico do plačila opravljenih uslug in skupno odgovornostjo do ohranitve vodnih virov (Boyle et al., 2013). Kljub temu, da se večja spoznanje vrednosti merjenja vode, so velike razlike v komercialnem merjenju vode. Na primer, v Združenem Kraljestvu sta dve tretjini domov brez vodnega števca, zato si okoljska agencija prizadeva, da bi v vsa gospodinjstva vgradila vodne števce do leta 2030. V ZDA je merjenje vode zelo razširjeno in obstajajo tudi načrti za celostno nadgradnjo na inteligentno merjenje. V Avstraliji je merjenje vode prisotno že več kot stoletje in merjenje po domovih je za eno-stanovanjske hiše urejeno skoraj v vseh večjih urbanih centrih v državi (Boyle et al., 2013). Merjenje porabe in pretoka vode je ključno področje, s katerimi se ukvarjajo upravljavci vodnih virov. Cilj upravljavcev z vodnimi viri in pripadajočo infrastrukturo je trajnostno ravnanje z vodnimi viri, to pomeni: minimalizirati količino vode, ki ne prinaša prihodkov (Chambouleyron, 2004) (NRW – non-revenue water). Le-ta nastane z netočnim merjenjem, nepooblaščno porabo in puščanjem (WWAP - World Water Assessment Programme, 2012).

V Sloveniji je priklop na javno vodovodno omrežje in obračunavanje porabe pitne vode zakonsko opredeljeno. Na javni vodovod mora biti priključena vsaka stavba ali gradbeni inženirski objekt posebej, zanje pa mora biti zagotovljeno merjenje porabe pitne vode z obračunskim vodomeroz (Uredba o oskrbi s pitno vodo, čl. 10).

V svetu se vse bolj uveljavlja t.i. 'pametno' merjenje porabe vode (smart/intelligent water metering) (Oracle and Paper, 2009a). Cilj pametnega merjenja je zmanjšati porabo vode (pogled uporabnika) in zmanjšanje stroškov (Idris, 2005), ki nastanejo z odčitavanjem (pogled upravljavca). Tehnološka podpora merjenju na daljavo na tem področju zaostaja za tisto, ki je že v uporabi v sistemih električne distribucije (Boyle et al., 2013). Stopnja pokritosti odjemalcev z merilnimi napravami se razlikuje med državami EU. Npr. dve tretjini zasebnih

uporabnikov v UK ne uporablja tovrstnih naprav (Boyle et al., 2013). Združene države in Avstralija so dobro pokrite in planirajo nadgradnjo na inteligentne merilne sisteme. Slovenija tudi stopa na to pot. V povezavi s prihodnostjo t.i. interneta stvari - IoT, lahko pričakujemo še dodatni razvoj na področju varčevanja z vodo in daljinskega odčitavanja (Want, Schilit and Jenson, 2015).

Podjetje Kraški vodovod Sežana d.o.o. se je odločilo za vgradnjo volumetričnih vodomeroz s sistemom daljinskega odčitavanja v podjetje. Podjetje je zanimalo predvsem, kako vgradnja volumetričnih vodomeroz z daljinskim odčitavanjem vpliva na poslovanje, kaj je podjetje s tem pridobilo ter ugotoviti prednosti in morebitne slabosti uvedbe nove tehnologije in spremembe, ki jih nov način odčitavanja prinaša.

1.1 Pomembni pojmi

Vodomeri so merila, zasnovana za merjenje, pomnjenje in prikaz prostornine vode, ki pri danih pogojih merjenja teče skozi merilni pretvornik (Union, 2004).

Vodomeri so lahko mehanski, hitrostni in elektromagnetni. Nadalje so lahko akumulacijski, pulzni ali intervalni. Akumulacijski so najcenejši, pa tudi najmanj natančni.

Vodomer sestavljajo tri glavne komponente (Enerkon d.o.o., 2012): merilni element (volumetrični, turbinski, statični), vmesnik za prenos (mehanski, magnetni) in številčnica oziroma register (ekstra suha, pol suha, mokra).

1.2 Večnatočni in volumetrični vodomeri (batni)

Po videzu se volumetrični vodomeri ne razlikujejo od večnatočnih. Razlika je v mehanizmu za merjenje količine pretečene vode. Delovanje volumetričnih vodomeroz poteka v 4 fazah (CMC Ekocon d.o.o. and Elster Group, 2007):

1.faza: Voda vstopi v merilno komoro in potisne bat iz nevtralne pozicije; 2.faza: Ko bat doseže nasprotno stran komore, prične voda potiskati samo na zunanjo stran bata; 3.faza: Tu pritisk vode vpliva samo na daljni rob bata, volumen vode v merilni komori je največji – komora se napolni; 4.faza: Vodo potisne skozi izhodno odprtino, bat se vrne na začetni položaj.

Prednosti večnatočnih vodomeroz (Enerkon d.o.o., 2012): dopuščajo delce v vodi, so generalno robustni, so razmeroma poceni zaradi stare tehnologije.

Slabosti večnatočnih vodomeroz (Enerkon d.o.o., 2012): občutljivi so na obloge, regulacijski by-pass vijaki so izpostavljeni manipulacijam, imajo manjšo točnost in slabšo točnost, če niso vgrajeni horizontalno.

Prednosti volumetričnih vodomeroz so predvsem (Enerkon d.o.o., 2012): izredna točnost pri nizkih pretokih, enaka točnost v vseh vgradnih legah, nizki zagonski pretok, neobčutljivost na hidravlične motnje v cevovodu.

Glavna slabost volumetričnih vodomeroz je ta, da so občutljivi na delce v vodi (Enerkon d.o.o., 2012).

Inteligentne sisteme merjenja pretoka vode (Oracle and Paper, 2009b) definiramo kot naprave, ki so sestavljene iz metra in komunikacijskega sistema, ki posreduje podatke o uporabi upravitelju vodovodnega omrežja. Takšen sistem omogoča daljinsko odčitavanje in pregled nad uporabo skoraj v realnem času (Boyle et al., 2013). Inteligentni sistemi omogočajo prihranke, ker uporabniki lahko sproti vidijo in prilagodijo porabo vode, kot so npr. pokazale številne študije (Victorian Water Trust, 2010; Hauber-Davidson and Idris, 2006;

Harou et al., 2014).

Daljinsko odčitavanje pomeni, da se merila ne odčitavajo na lokaciji, kjer je merilo fizično vgrajeno in ga je potrebno vizualno odčitati, temveč se podatki o porabi prenašajo preko daljinskih sistemov v zbirne centre. Današnji sistemi daljinskega odčitavanja meril praktično zajemajo in vključujejo vse sodobne tehnologije prenosa podatkov od M-Bus sistemov, različnih radijskih sistemov, GSM, GPRS, internet, ethernet ipd. Nenazadnje se lahko omenjene tehnologije med seboj prepletajo in jih lahko med seboj kombiniramo (Jordan d.o.o., 2015).

Slika 1: Prerez in prikaz delovanja volumetričnega vodomera



Vir: (Enerkon d.o.o., 2012)

2 Opredelitev problemskega področja v podjetju Kraški vodovod Sežana d.o.o.

Na področju delovanja Kraškega vodovoda Sežana d.o.o. je vsako gospodinjstvo opremljeno z obračunskim vodomrom, na podlagi katerega podjetje obračuna in zaračuna porabo pitne vode uporabnikom. Podjetje ima vgrajenih približno 10.000 vodomrov.

Za odčitavanje števcov so zadolženi odčitovalci, ki so zaposleni v podjetju. Pred uvedbo novega sistema, je odčitavanje vodomrov potekalo na dva načina (Kavre, 2015):

(1) Ročno z uporabo terminalov, pri katerem so odčitovalci ročno vnesli stanje vodomera v terminal, ki je opremljen s tipkovnico. V obračunskem oddelku se je nato podatke iz terminala preko enote za prenos podatkov preneslo v program za obračun vodarine. (2) Ročno z uporabo popisnih listov, na katere so odčitovalci ročno napisali stanje vodomera, ki je razvidno na številčnici vodomera. To stanje je oseba zaposlena v obračunu ponovno ročno prepisala v program za obračun vodarine.

Ravno zaradi ročnega prepisovanja stanja porabe vode na popisne liste in v terminale ter zaradi ročnega vnosa podatkov v obračunsko bazo, je velikokrat prišlo do številčnih napak, zaradi katerih so uporabniki prejeli napačen obračun vodarine. To je povzročilo reklamacije, nezadovoljstvo uporabnikov ter dodatno delo za izdajo novega, pravilnega obračuna (Kavre, 2015).

Velik problem predstavljajo tudi vodomri, vgrajeni na težko dostopnih in neustreznih mestih, kot so ceste, notranjost zasebnih hiš, kleti ipd., zato je za pridobitev odčitka potrebno tudi sodelovanje uporabnikov (Hočevan, 2012). Problematični so tudi zastareli ročni terminali in programska oprema, ki ne omogoča sodobne komunikacije z uporabniki kot tudi ne raznih analiz porabe vode in povezave s katastrom komunalne infrastrukture. Neurejeno je tudi označevanje odjemnih mest (ibidem, 2012).

Zaradi naštetih dejstev in zaradi zavedanja, da je potrebno zmanjšati vodne izgube in uporabnikom omogočiti natančno in pravilno odčitavanje, so v podjetju sprejeli odločitev za zamenjavo vodomrov in prehod na daljinsko odčitavanje. (Kavre, 2015).

Prednosti, ki jih z uvedbo novega sistema daljinskega odčitavanja v podjetju Kraški vodovod Sežana d.o.o. pričakujejo, so predvsem (Hočevan, 2012):

vsaj 50 % hitrejšo odčitavanje vodomrov, cca. 95 % zmanjšanje napak, povezanih z odčitki vodomrov, cca. 90 % manj reklamacij strank, cca. 80% hitrejša obdelava podatkov, možnost popolnega avtomatskega odčitavanja brez osebja na terenu, možnost mesečnega

obračunavanja porabe vode, vsaj 70% nižji stroški vzdrževanja volumetričnih vodomero, saj je njihova življenjska doba ocenjena na 10 let ter 100 % ureditev katastra vodovodnih priključkov s točno evidenco o lokacijah priključkov z možnostjo numeričnih in grafičnih analiz podatkov.

3 Ključne faze uvajanja nove storitve

Najprej je pomembno, da podjetje prepozna potrebo po uvedbi nove rešitve in se zave, da je le-ta za podjetje nujna. Prepoznavanje ciljev in načrtovanje vpeljave nove rešitve v podjetje je za podjetja izjemnega pomena. V izogib vpeljavi napačne oziroma pomanjkljive rešitve v podjetje, predlagamo, da v podjetjih (Kavre, 2015):

prepoznajo potrebo po novi rešitvi, poslovne cilje povežejo z IKT cilji in IKT strategijo, izdelajo dokument »Specifikacija zahtev«, ki pomaga izbrati najboljšo rešitev, zapišejo seznam aktivnosti za uvedbo nove rešitve, predvidijo časovni plan vpeljave nove rešitve v podjetje, dodobra raziščejo trg in ponudnike zelene rešitve, izdelajo kriterije za izbor najboljše rešitve, izvedejo razpis za izbiro izvajalca, izberejo izvajalca, ki bo podjetju nudil najboljšo zeleno rešitev in rešitev vpeljejo v podjetje.

4 S.W.O.T. analiza sistema daljinskega odčitavanja vodomero

Rezultati SWOT analize sistema daljinskega odčitavanja vodomero so pokazali (Kavre, 2015):

Prednosti za podjetje: nadzor nad delovanjem vodovodnega omrežja, hitrejše odčitavanje, odčitavanje je možno v vsakem trenutku, povečana zanesljivost odčitavanja in hitrejše zbiranje ter prenos podatkov v program za obračun, hitrejše odkrivanje napak in izgub na vodovodnem sistemu zaradi alarmiranja v primeru nadpovprečnih porab (puščanje, prekomerna poraba, manipulacije opreme za daljinsko odčitavanje), znižanje stroškov dela za popis vodomero, zmanjšanje napak zaradi človeškega faktorja (napačni prepisi in vnosi podatkov pri odčitavanju, morebitne namenske zlorabe pri odčitavanju, ipd.), urejenost katastra vodovodnih priključkov v omrežju, možnost mesečnih obračunov, urejenost in dostopnost podatkov, dodatne funkcionalnosti (točni podatki o odjemu, točna lokacija vodomera, dnevnik dogodkov, ipd.), zmanjševanje reklamacij zaradi pravilnejših odčitkov in hitrejših odkrivanj napak.

Prednosti za uporabnike: sodelovanje uporabnikov pri odčitavanju ni več potrebno, zato odčitavanje uporabnika ne moti, pravilen obračun, saj je pri odčitavanju izključen človeški faktor in je zato odčitek natančnejši, alarmiranje v primeru visoke porabe, sproten pregled nad porabo s strani odjemalcev in posledično prilagajanje

Slabosti: visoki stroški investicije, občutljivost električnih vezij na vlago – ohišje mora biti vodotesno, slabe baterije, s kratko življenjsko dobo.

Priložnosti: izboljšave sistemov, daljša življenjska doba baterij, oddaljeni prenos podatkov, enoten portal za odjemalce – spremljanje porabe, plačil, posegov.

Nevarnosti: manj potrebne delovne sile, odpoved sistema daljinskega odčitavanja.

5 Raziskava in analiza

5.1 Vzorec raziskave

Pol-strukturirane intervjuje smo izvedli z odgovornimi osebami, ki so v podjetjih Kraški vodovod Sežana d.o.o., Javno komunalno podjetje Šentjur d.o.o., Vodovodi in kanalizacija

Nova Gorica d.d. in Mariborski vodovod d.d. vodili postopek vpeljave daljinskega odčitavanja v podjetje. Prav tako smo pol-strukturirane intervjuje izvedli z dvanajstim zaposlenimi Kraškega vodovoda Sežana d.o.o., ki opravljajo odčitavanje vodomeroev na terenu in le-ti bodo predstavljali moj vzorec.

5.2 Intervjuji z odgovornimi osebami za vpeljavo nove rešitve v obravnavana podjetja

Za izvedbo raziskave smo izvedli pol-strukturirane intervjuje z zaposlenimi, ki so vodili in spremljali postopek vpeljave daljinskega odčitavanja v prej omenjenih organizacijah. Pri raziskavi so bile izrednega pomena praktične izkušnje intervjuvancev ter njihovi pogledi na obravnavano tematiko. Z mnenji intervjuvancev smo pridobili širši pogled na obravnavani problem. Analiza je lahko v pomoč tudi ostalim podjetjem v panogi, ki se za ta način odčitavanja vodomeroev še odločajo. Rezultate intervjuja lahko strnemo v sledeče segmente: Razlog za vpeljavo daljinskega odčitavanja: hitrejša in natančnejša odčitavanje, boljša kontrola, plačilo po dejanski porabi.

Zamenjava vodomeroev ob uvedbi nove rešitve: vsa podjetja so se odločila za zamenjavo vodomeroev, vendar nihče, razen Kraškega vodovoda Sežana d.o.o., ni vodomere zamenjal z volumetričnimi. Javno komunalno podjetje Šentjur d.o.o. bo volumetrične vodomere pričelo vgrajevati v letu 2016.

Pomisleki pred uvedbo nove rešitve: visoke cene vodomeroev, življenjska doba radijskih modulov in baterij, zanesljivost delovanja sistema, realnost karakteristik ponudnikov, točnost prenosa, motnje pri prenosu, logistika in stroški menjave.

Ali vas je kaj presenetilo? Predvsem je podjetja presenetil pozitiven odnos uporabnikov in zaposlenih, nekateri niso predvideli, da bo potrebno na novo nastaviti obhodne poti, druge pa je presenetilo težko sporazumevanje s pogodbenikom pri dobavi in vzdrževanju programske opreme.

Ali so rezultati vpeljave sistema takšni, kot ste jih želeli? V povprečju so podjetja z rezultati zadovoljna, saj so želene rezultate dosegla. V podjetju Vodovodi in kanalizacija Nova Gorica d.d. se zaradi površne izvedbe na določenem delu pojavlja veliko napak.

Bistvene prednosti, ki jih podjetja zaznavajo: hitrejša odčitavanja, natančnejše merjenje porabe vode, dodatne funkcionalnosti radijske tehnologije, cenejši, hitrejši in redni popis, izvedba odčitka ob vsakem času in ne glede na prisotnost stranke, hitrejša odkrivanja puščanj, zadovoljstvo odjemalcev, plačevanje po dejanski porabi, ažurno obveščanje strank v primeru puščanj na omrežju.

Bistvene slabosti, ki jih podjetja zaznavajo: visoka cena opreme, manjša prisotnost odčitovalca na mestu vodomera, usposabljanje zaposlenih, določanje novih obhodnih poti, baterije najverjetneje ne bodo zdržale 10 let.

Zakaj daljinsko odčitavanje na področju vodooskrbe ni še tako razširjeno? Podjetja zaznavajo problem predvsem v visokih stroških, ki jih prinaša investicija, v nezainteresiranosti ter nezadostni usposobljenosti vodstvenega in vodilnega kadra (se ne spremljajo novosti, trendi, ipd.) ter v ponudnikih, ki prodajajo nezanesljivo tehnologijo in nudijo slabo tehnično podporo.

Predlog podjetjem, ki razmišljajo o uvedbi daljinskega odčitavanja: Podjetja so predvsem poudarila, da je potrebno temeljito pripraviti načrt dela, preveriti vse možnosti, posvetiti pozornost radijskemu delu (domet, zanesljivost, življenjska doba), preveriti resnost dobavitelja opreme in izbrati tehnično podporo, ki nudi hitro in učinkovito reševanje težav.

Predlagajo tudi, da podjetja vgradijo volumetrične vodomere z radijskimi moduli z zgodovino, da se lahko omogoči pregled v delovanje vodomera in dokazuje dogodke strankam. Podjetja naj izberejo tak sistem, ki podpira čim več načinov daljinskega odčitavanja.

5.3 Hipoteze, analiza in rezultati

H1: Volumetrični vodomeri merijo količino in pretoke porabljene vode bolj natančno kot dosednji večnatočni vodomeri.

Hipotezo smo preverili na podlagi preizkusa s simulacijo puščanja vode na vodovodnem omrežju, s katerim smo želeli ugotoviti, ali volumetrični vodomeri merijo količino in pretoke porabljene vode bolj natančno kot dosednji večnatočni vodomeri.

V ta namen smo izvedli preizkus s simulacijo puščanja na vodovodnem omrežju, kjer sta bila volumetrični in večnatočni vodomerski zaporedno vezana na cevovodu. Na koncu cevovoda je bil nameščen ventil, ki smo ga odprli toliko, da je bil pretok vode v cevi približno tak kot pri manjšem puščanju (npr. puščanje vodovodne pipe).

Tabela 1: Rezultati preizkusa s simulacijo puščanja na vodovodnem omrežju

	Cas izvajanja preizkusa (ur)	Predvidena količina pretečene vode v m ³	Izmerjena količina pretečene vode v m ³
Volumetrični vodomerski	72	1,080	1,015
<u>Večnatočni vodomerski</u>	72	1,080	0,040

Vir: Lastni vir, 2015

Iz tabele 1 je razvidno, da je simulacija puščanja trajala 72 ur. Najprej smo z merilno posodo in štoparico izmerili količino pretečene vode v eni minuti. Podatek nam je služil kot podlaga za predvidevanje in primerjavo. Ugotovili smo, da je v eni minuti izteklo 0,25 litra vode. Na podlagi izmerjene količine vode smo predvideli, da bodo vodomerski v 72 urah zabeležili 1,080 m³ pretečene vode ($0,25 \text{ litra/minuto} \cdot 60 \text{ minut} \cdot 72 \text{ ur} = 1.080 \text{ litrov}$ oziroma 1,080 m³ v roku 72 ur).

V 72 urah je volumetrični vodomerski zabeležil 1.015 litrov porabljene vode, večnatočni pa 40 litrov. Ugotovili smo, da je volumetrični vodomerski v 72 urah zaznal kar 24-krat več pretečene vode, oziroma 975 litrov več vode kot večnatočni.

Prav tako smo ugotovili, da je volumetrični vodomerski v 72 urah zabeležil 94% predvidene vode, ki naj bi čeznje pretekla, večnatočni pa le 4%.

Hipotezo smo na podlagi preizkusa v celoti potrdili.

H2: Daljinsko odčitavanje volumetričnih vodomerskih je bistveno manj zamudno kot ročno odčitavanje.

Hipotezo smo preverili z opazovanjem na terenu. Časovno smo izmerili, preverili ter opisali potek ročnega in daljinskega odčitavanja. S primerjalno metodo smo nadalje izmerjene podatke primerjali med seboj in izračunali celotni strošek, v kolikšnem času lahko v podjetju pričakujejo povrnitev investicije in kakšni bodo prihranki po tem.

Tabela 2: Primerjava porabe časa za odčitavanje vodomerskih z ročnim načinom in daljinskim načinom odčitavanja

Kraj	Način odčitavanja	Število odčitovalcev	Število vodomero	Čas odčitavanja v min	Čas odčitavanja za vsak števec v sek
Veliki Dol	ROČNO	1	55	55	60
Veliki Dol	DALJINSKO	1	55	20	22

Vir: Lastna raziskava, 2015

Pri opazovanju na terenu smo izmerili čas, ki ga je odčitovalec porabil za odčitavanje vsakega vodomera. Rezultati so pokazali, da se čas, ki je potreben za odčitavanje 55 vodomero, z uvedbo daljinskega odčitavanja, skrajša za 63 % v primerjavi z ročnim odčitavanjem.

V okviru raziskave smo preračunali, da odčitovalci v istem časovnem obdobju uspejo z daljinskim odčitavanjem odčitati 2,75-krat več vodomero kot ročno. Kljub temu, da je odčitovalec vas s 55 vodomeri odčital v malo manj kot eni uri, je praksa pokazala, da sta dva odčitovalca, ki pri popisu sodelujeta v paru, v povprečju uspela ročno popisati 200 vodomero na dan. V delovni čas je potrebno upoštevati nepredvidene dogodke in čas, ki ga zaposleni porabijo za pot in malico ter dejstvo, da je veliko vodomero težko dostopnih in zaščitenih proti zmrzali, zato vzamejo več časa za odčitavanje.

Tabela 3: Izračun stroškov ročnega odčitavanja enega vodomera

Ročno odčitavanje 200 vodomero		Vrednost	Stroški ročnega odčitavanja 200 vodomero
Kilometrino	120 km/dan	1,00 €	120,00 €
Delovne ure – 2 zaposlena	8 ur/dan*2	18,65 €	298,40 €
Stroški režije	30 %		125,52 €
SKUPAJ			543,92 €
Skupaj stroški ročnega odčitavanja/vodomer			2,72 €

Vir: Lastna raziskava, 2015

Zgoraj predstavljamo izračun stroškov ročnega odčitavanja 200 vodomero, kjer smo upoštevali kilometrino – 120 km/dan, v vrednosti 1,00€/km, 16 delovnih ur/dan za dva zaposlena v vrednosti 18,65€/uro in 30% stroške režije, ki je pokazal, da strošek ročnega odčitavanja znaša 2,72 € na vodomer.

Tabela 4: Izračun stroškov daljinskega odčitavanja enega vodomera

Daljinsko odčitavanje 400 vodomero		Vrednost	Stroški daljinskega odčitavanja 400 vodomero
Kilometrina	240 km/dan	1,00 €	240,00 €
Delovne ure	8 ur/dan	18,65 €	149,20 €
Stroški režije	30 %		116,76 €
SKUPAJ			505,96 €
Skupaj stroški daljinskega odčitavanja/vodomer			1,26 €

Vir: Lastna raziskava, 2015

V zgornji tabeli prikazujemo izračun stroškov daljinskega odčitavanja enega vodomera, ki sloni na naslednjih dejstvih: Ugotovili smo, da odčitovalci uspejo z daljinskim odčitavanjem odčitati 2,75-krat več vodomero kot ročno, vendar je pri podatku upoštevano dejstvo, da odčitavanje opravljata dva zaposlena. Ko bo celotno omrežje opremljeno z daljinskim odčitavanjem, predvidevamo, da odčitavanje ne bo več potekalo v paru, kljub temu menimo, da bo en zaposleni delo opravil vsaj 2-krat hitreje (in ne 2,75-krat), saj ne bo več problematike težko dostopnih vodomero, prav tako ne bo več potrebno sodelovanje z uporabniki. Glede na predvidevanje, naj bi zaposleni tako uspel popisati cca. 400 vodomero na dan.

Pri izračunu, kjer smo ugotavljali stroške daljinskega odčitavanja 400 vodomero, smo zato upoštevali vsa naštetá dejstva. Prav tako smo upoštevali, da bo en zaposleni podvojil prevožene kilometre, torej 240 km/dan, v vrednosti 1,00€/km, upoštevali smo delovne ure enega zaposlenega, torej 8 delovnih ur/dan v vrednosti 18,65€/uro, prav tako pa smo upoštevali tudi 30% režijske stroške. Rezultati kažejo, da bo strošek daljinskega odčitavanja znašal 1,26 € na vodomer.

Na podlagi pridobljenih podatkov smo v nadaljevanju izračunali tako letne stroške ročnega kot tudi letne stroške daljinskega odčitavanja. Za razumevanje izračunov je potrebno izpostaviti dejstvo, da odčitavanje pravnih oseb in večstanovanjskih stavb poteka mesečno, odčitavanje gospodinjstev pa poteka vsake 3 mesece oziroma 4-krat letno.

Tabela 5: Izračun letnega stroška ročnega odčitavanja

	Strošek odčitavanja/ vodomera	Število vgrajenih vodomera	Vrednost/ eno odčitavanje	Št. odčitavanj na leto	Vrednost vseh letnih odčitavanj
Stroški ročnega odčitavanja vodomera (manjši porabniki)	2,72 €	8.100	27.200 €	4	108.800 €
Stroški ročnega odčitavanja (veliki porabniki in večstanovanjske stavbe)	2,72 €	1.900	5.168 €	12	62.016 €
LETNI STROŠEK ROČNEGA ODČITAVANJA					170.816 €

Vir: Lastna raziskava, 2015

Izračun letnega stroška ročnega odčitavanja: Predhodno smo izračunali, da strošek ročnega odčitavanja v podjetju znaša 2,72€/vodomera. Ker ima podjetje vgrajenih 8.100 vodomera manjših porabnikov, katere odčitava štirikrat na leto in 1.900 vodomera velikih porabnikov, ki jih odčitava vsak mesec, smo izračunali, da znaša letni strošek ročnega odčitavanja 170.816€.

Tabela 6: Izračun letnega stroška daljinskega odčitavanja

	Strošek odčitavanja /vodomera	Število vgrajenih vodomera	Vrednost/ eno odčitavanje	Št. odčitavanj na leto	Vrednost vseh letnih odčitavanj
Stroški daljinskega odčitavanja vodomera (manjši porabniki)	1,26 €	8.100	10.206 €	4	40.824 €
Stroški daljinskega odčitavanja (veliki porabniki)	1,26 €	1.900	2.394 €	12	28.728 €
LETNI STROŠEK DALJINSKEGA ODČITAVANJA					69.552 €

Vir: Lastna raziskava, 2015

Izračun letnega stroška daljinskega odčitavanja: Predhodno smo izračunali, da strošek daljinskega odčitavanja v podjetju znaša 1,26€/vodomera. Tudi tu smo upoštevali dejstvo, da ima podjetje vgrajenih 8.100 vodomera manjših porabnikov, katere odčitava štirikrat na leto in 1.900 vodomera velikih porabnikov, ki jih odčitava vsak mesec in tako izračunali, da znaša letni strošek daljinskega odčitavanja 69.552€.

Iz izračunov je razvidno, da z uvedbo daljinskega odčitavanja podjetje prihrani 101.264 €/leto. Letni prihranek podjetja je tako 59,28 % .

Z opazovanjem na terenu smo tudi ugotovili, da z daljinskim odčitavanjem vodomera odčitovalci prihranijo 63 % časa, ki so ga potrebovali za ročno odčitavanje vodomera, zato smo hipotezo v celoti potrdili.

H3: Zaposleni Kraškega vodovoda Sežana d.o.o., ki se z vgradnjo volumetričnih vodomero in s sistemom daljinskega odčitavanja srečujejo pri svojem delu, so s postopkom uvedbe in s samo uvedbo daljinskega odčitavanja zadovoljni.

Hipotezo smo preverili s pol-strukturiranimi intervjuji, ki smo jih izvedli z 12-imi zaposlenimi podjetja Kraški vodovod Sežana d.o.o.

Intervjuji so pokazali, da zaposleni odločitev vodstva glede zamenjave vodomero in vpeljave sistema za daljinsko odčitavanje podpirajo s povprečno oceno 6,33 na 7 stopenjski lestvici.

Prav tako 11 od 12 zaposlenih meni, da so bili deležni ustreznega uvajanja pri vpeljavi novega sistema. Težave novega sistema zaposleni vidijo predvsem v manj robustnih materialih volumetričnih vodomero, prepočasnemu odčitavanju in slabi vidljivosti številčnic. Kot poglobljeno prednost novega načina odčitavanja pa zaznavajo fizično razbremenitev pri odčitavanju in dejstvo, da ni potrebno ročno prepisovanje stanja iz vodomero na popisne liste in terminale. Prav tako so izpostavili kot prednost dejstvo, da pri odčitavanju ni potrebno sodelovanje uporabnikov, zmanjšanje reklamacij in hitreje opravljeno delo.

Na podlagi analize odgovorov, ki smo jih pridobili v intervjujih, lahko zaključimo, da zaposleni odločitev vodstva glede vpeljave daljinskega odčitavanja podpirajo in da so s postopkom uvedbe ter s samo uvedbo daljinskega odčitavanja zadovoljni, zato smo hipotezo v celoti potrdili.

6 Zaključek in diskusija

Voda, kot vir življenja, je iz dneva v dan bolj pomembna, tako za distributerje kot tudi za uporabnike. Ravno zato moramo, tako posamezniki kot tudi gospodarstvo, skrbneje ravnati z vodo predvsem zato, ker pitni vodni viri niso več tako samoumevni, kot si mnogi predstavljajo. Pomembno je, da se pitno vodo ohrani in da se vso porabljeno vodo izmeri. Za merjenje porabe vode morajo biti odjemna mesta opremljena z vodomeri, ki morajo natančno in pravilno meriti. Napredek v tehnologiji in znanosti je omogočil, da se lahko danes poraba vode zelo natančno meri, saj vodomeri zaznajo tudi minimalne pretoke vode. Sistemi daljinskega odčitavanja omogočajo hitrejšo zaznavanje napak in puščanj na omrežjih. Vse naštetost spodbuja uporabnike k varčevanju, podjetja pa na ta način skrbijo za racionalno rabo pitne vode in ohranjanje pitnih vodnih virov.

Tudi namen uredb in zakonodaje na področju vodooskrbe je ta, da bi ljudje v skrbi za okolje varčevali z vodo in da bi bili deležni natančnega in pravilnega odčitka. Vodomeri so pomembni zato, da uporabniki plačajo toliko vode kot je porabijo, saj rezultati raziskav kažejo, da se v primerih plačila po pavšalu z vodo ne varčuje.

V raziskavi smo ugotovili, da volumetrični vodomeri bolj točno zabeležijo porabo vode, so zanesljivejši in onemogočajo različne manipulacije. Slabost volumetričnih vodomero je predvsem ta, da so slabo odporni na delce v vodi in njihova visoka cena. V primeru obravnavanega podjetja je nabavna cena višja za cca. 75% v primerjavi z večnatočnimi. Pri nabavi je pomembno podati pozornost robustnosti materialov, sicer se pri vgrajevanju radi poškodujejo. Pričakovati je, da bo njihova cena padla in da se bo čedalje več vodovodnih podjetjih odločilo za vgradnjo le-teh. Strokovnjaki napovedujejo in predvidevajo, da je prihodnost v uporabi statičnih vodomero, ki bodo postali še natančnejši, poleg tega omogočajo tudi več dodatnih informacij.

Daljinsko odčitavanje podjetju prinaša veliko prednosti. Predvsem omogoča boljši nadzor nad delovanjem vodovodnega omrežja, bistveno hitrejšo odčitavanje, ki ne moti uporabnika, znižajo se stroški dela za popis vodomero, hitreje se odkrivajo napake na omrežju, odpravijo se napake zaradi človeškega faktorja, posledično pa se tudi zmanjšajo reklamacije.

V podjetju Kraški vodovod Sežana d.o.o. so predvideli, da bo daljinsko odčitavanje zmanjšalo čas odčitavanja vodomero za polovico. Raziskave v nalogi so pokazale, da bodo odčitovalci prihranili celo 63% časa. Seveda se bo realna slika prikazala šele, ko bo celotno omrežje opremljeno s sistemom za daljinsko odčitavanje. Predvidevamo lahko, da se bodo pričakovanja izpolnila. V podjetju pričakujejo tudi, da se bodo z uvedbo daljinskega odčitavanja napake, povezane z odčitavanjem, zmanjšale za cca. 90%. Deset od skupno dvanajst zaposlenih, ki na terenu opravljajo daljinsko odčitavanje, je ocenilo, da so se napake zaradi prisotnosti človeškega faktorja že zmanjšale, prav tako dodatno delo, povezano s tem. Predvidevamo lahko, da se bodo tudi ta pričakovanja izpolnila. Kljub temu, da so v podjetju zaznali kot prednost sistema možnost mesečnega odčitavanja in možnost popolnega avtomatskega odčitavanja brez osebja na terenu, v podjetju še niso sprejeli odločitev v tej smeri. V celoti so se izpolnila pričakovanja podjetja glede urejanja katastra vodovodnih priključkov, saj urejanje poteka v skladu z zastavljenimi plani.

Vpeljava informacijsko komunikacijske tehnologije, kot je daljinsko odčitavanje vodomero v podjetje, je zahteven projekt, ki s seboj prinaša visoke stroške investicije. Pomembno je, da vodilni v podjetjih sploh zaznajo potrebo po takšni rešitvi in nato sprožijo vrsto akcij, ki zahtevajo veliko strokovnega in tehničnega znanja ter podrobno raziskavo trga.

Za nadaljnje raziskovanje bi bilo zanimivo spremljati napredek v razvoju tehnologije, ki omogoča daljinsko odčitavanje in raziskati prednosti, ki jih ta prinaša. Zanimivi bi bili rezultati raziskave, kjer bi daljinsko odčitavanje vodomero opravili brez osebja na terenu. Rezultate pa bi nato primerjali z rezultati v tej raziskavi. Prav tako bi bilo zanimivo v nadaljnjo raziskavo vključiti več zaposlenih iz drugih podjetij, ki se z daljinskim odčitavanjem ukvarjajo, saj bi tako pridobili širšo sliko.

V zadnjih letih pridobiva na pomenu celovito upravljanje 'pametnih mest', ki vključuje upravljanje z vodo kot enega izmed temeljev celovitega trajnostnega upravljanja. V povezavi s tem je ena izmed možnih smeri raziskovanja povezava merjenja vode z ostalimi pametnimi sistemi: upravljanje/merjenje odpadnih voda, merjenje in zaznavanje padavin in meteoroloških voda, porabe energije v domovih in podobno.

Na podlagi raziskav lahko zaključimo, da vpeljava nove rešitve podjetju Kraški vodovod Sežana d.o.o. prinaša predvsem pozitivne učinke. Kljub temu so se pred uvedbo le-te pojavili pomisleki predvsem glede visokih cen opreme, življenjske dobe radijskih modulov in same zanesljivosti delovanja sistema daljinskega odčitavanja.

Menimo, da razvoj v tehnologiji, ki omogoča daljinsko odčitavanje, prinaša še veliko možnosti za izboljšave obstoječih sistemov in naprav, ki bodo tako omogočali še hitrejši in natančnejši prenos, sprejem in obdelavo pridobljenih podatkov. Posledično pa bodo sistemi za daljinsko odčitavanje prinašali še več prednosti tako za podjetja kot za uporabnike. V prihodnosti se tako ponujajo možnosti spremljanja porabe vode preko podobnih aplikacij, kot jih sedaj uporabljamo za spremljanje porabe mobilnih podatkov ali preko zaslonov v stanovanju, ki bodo prikazovali praktično instantno porabo vode. Študije na tem področju kažejo na prednosti in zmanjšanje porabe vode pri uporabnikih, ki jim je to omogočeno. Mogoče je tudi povezati takšne storitve s sistemi, ki sproti izračunavajo predvideno mesečno/letno porabo vode in predlagajo kdaj oz. kje se da prihraniti pri porabi vode.

Viri in literatura

Boyle, T., Giurco, D., Mukheibir, P., Liu, A., Moy, C., White, S. and Stewart, R., 2013. Intelligent Metering for Urban Water: A Review. *Water*, 5(3), pp.1052–1081.

Chambouleyron, A., 2004. Optimal water metering and pricing. *Water Resources Management*, 18(4), pp.305–319.

CMC Ekocon d.o.o. and Elster Group, 2007. Volumetric Meters - Working Principle. Logatec.

Enerkon d.o.o., 2012. Tehnologije merjenja porabe vode. Žeje pri Komendi.

Harou, J.J., Garrone, P., Rizzoli, A.E., Maziotis, A., Castelletti, A., Fraternali, P., Novak, J., Wissmann-Alves, R. and Ceschi, P.A., 2014. Smart metering, water pricing and social media to stimulate residential water efficiency: Opportunities for the SmartH2O project. In: *Procedia Engineering*. pp.1037–1043.

Hauber-Davidson, G. and Idris, E., 2006. SMART WATER METERING. Demand management.

Hočevar, B., 2012. Program vgradnje volumetričnih vodomeroz z daljinskim odčitavanjem v podjetje Kraški vodovod Sežana d.o.o. Sežana.

Idris, E., 2005. Smart Metering: A significant component of integrated water conservation systems. *Water*, .

Jordan d.o.o., 2015. Radijsko odčitavanje.

Oracle, A. and Paper, W., 2009a. Smart Metering for Water Utilities. *Water*.

Oracle, A. and Paper, W., 2009b. Smart Metering for Water Utilities. *Water*.

Piro, G., Cianci, I., Grieco, L.A., Boggia, G. and Camarda, P., 2014. Information centric services in Smart Cities. *Journal of Systems and Software*, 88(1), pp.169–188.

Union, E., 2004. Directive 2004/18/EC of the European Parliament and of the Council. pp.1–127.

Uredba o oskrbi s pitno vodo. Uradni list RS, št. 88/2012.

Victorian Water Trust, 2010. Smart Water Metering Cost Benefit Study, Final Report. Options, (February).

Want, R., Schilit, B.N. and Jenson, S., 2015. Enabling the Internet of Things. *Computer*, [online] 48(1), pp.28–35. Available at: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=7030240>>.

WWAP (World Water Assessment Programme), 2012. The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.