Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)
Project cofinanced by the European Regional Development Fund (ERDF)

WATERLOSS – orodje za podporo odločanju pri izboru ukrepov za zmanjšanje neprodane vode (NRW)

- Prispevek k varovanju vodnih virov

WATERLOSS

Izdajatelj:
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

Založnik:
Regionalni center za razvoj
Podvine 36, 1410 Zagorje ob Savi

Avtorji:
dr. Primož Banovec, UL FGG
Matej Cerk, UL FGG
Ajda Cilenšek, UL FGG

Tisk:
Tiskarna TORI

Recenzija:
prof. dr. Boris Kompare, UL FGG
izr. prof. dr. Jana Šelih, UL FGG

Naklada:
500 izvodov

Kraj in leto izdaje:
Zagorje ob Savi, 2013

Slovenska partnerja:

Univerza v Ljubljani

RCR

CIP – Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

005.1:628.1

BANOVEC, Primož
Waterloss - orodje za podporo odločanju pri izboru ukrepov za zmanjšanje neprodane vode (NRW) : prispevek k varovanju vodnih virov / [avtorji Primož Banovec, Matej Cerk, Ajda Cilenšek]. - Zagorje ob Savi : Regionalni center za razvoj, 2013

ISBN 978-961-93302-4-1
1. Gl. stv. nasl. 2. Cerk, Matej 3. Cilenšek, Ajda
265788928

Definicija neprodane vode oz. Non-Revenue Water (NRW)

Pomanjkanje vode in podnebne spremembe so glavni vzroki za probleme, ki so povezani z vodo po vsem svetu. Obmorske države se soočajo z velikimi težavami zaradi pomanjkanja vode in zaradi vse daljših sušnih obdobij. Pomemben element, ki vpliva na zanesljivost oskrbe s pitno vodo, predstavljajo izgube vode iz vodovodnega sistema, saj lahko v primeru omejenega vodnega vira zaradi hidrološke suše predstavljajo jeziček na tehtnici, ki povzroči potrebo po omejevanju porabe vode po eni strani ali pa potrebo po novih investicijah na drugi. Okvirna direktiva o vodah WFD-2000/60/EC določa ozadje za razvoj integriranega razvoja in trajnostnega upravljanja z vodami. V Direktivi je prav tako določeno, da morajo države članice EU doseči dobro stanje vseh vodnih teles do 2015. Upravljavci vodnih virov morajo zagotoviti ustrezne ukrepe za zagotavljanje ohranitve vodnih virov ter njihovo ustrezno kakovost in količino. Neprodana voda, kjer eno izmed komponent neprodane vode predstavljajo tudi vodne izgube iz vodovodnih sistemov je zahteven in kompleksen problem, z njimi pa je tesno povezan niz elementov delovanja in vzdrževanja vodovodnih sistemov. Večinoma je neprodana voda izpostavljena kot ekonomski problem, saj zaradi omejenosti vodnih virov narastejo oportunitetni stroški vode. Če vodni vir ni omejen, nastajajo ob prekomernih vodnih izgubah tudi drugi stroški (povečani stroški črpanja, prekomeren obseg sanacij lomov cevi, izpiranje zemlje, vpliv na kakovostne parametre pitne vode, nezanesljiva dobava vode idr.)(MOP, 2006). Neprodana voda je dejanska razlika med načrpano ali odvzeto pitno vodo iz zajetja ali zajetij za pitno vodo, ki napaja vodovod, in pitno vodo, ki je iz vodovoda dobavljena uporabnikom javne službe, uporabnikom posebnih storitev ali prebivalcem pri lastni oskrbi s pitno vodo (Ur.l.RS_8/2012, 2012). Del neprodane vode je tudi komponenta neplačane vode (IWA, 2003), njen delež je pa v veliki meri odvisen od nacionalne zakonodaje na tem področju.

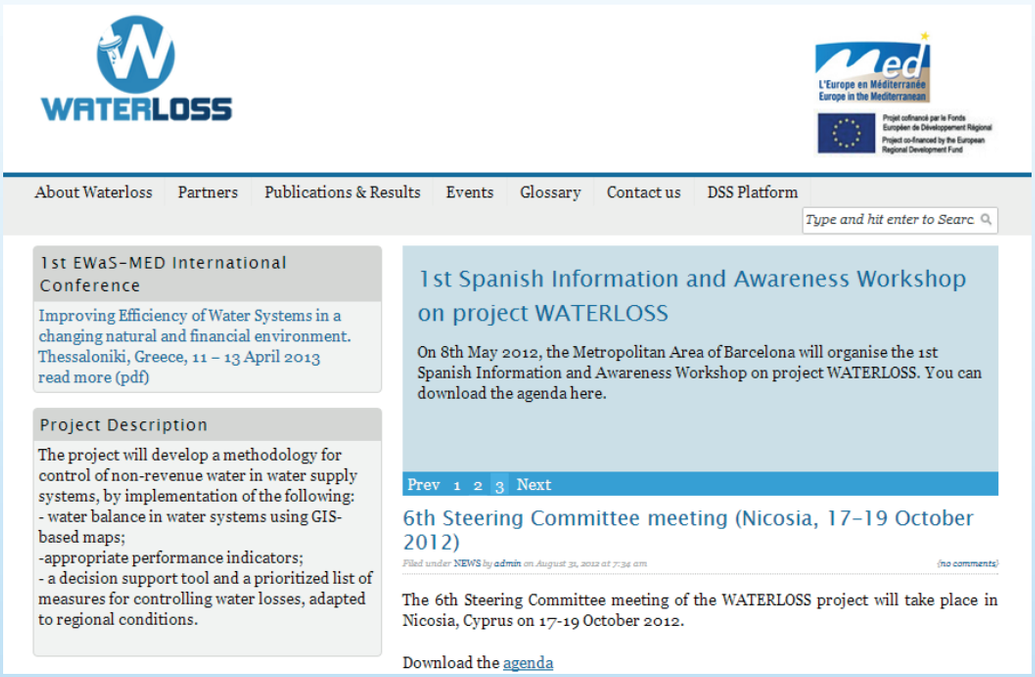
EU-MED projekt WATERLOSS se je osredotočil na razvoj ustrezne metodologije za zmanjšanje neprodane vode v vodovodnih sistemih in na razvoj ukrepov, kako izboljšati delovanje vodovodnih sistemov ter razvoj ustreznega podpornega orodja. Projekt se izvaja v obdobju od 1.6.2010 do 31.5.2013. V projektu je sodelovalo 9 partnerjev iz 6 držav. Partnerstvo so sestavljale univerze (AUTH (Aristotle University of Thessaloniki) in UL (Univerza v Ljubljani)), upravitelji vodovodnih sistemov (WBN (Water Board of Nicosia), DEYAK (Kozani Municipal Water & Sewage) in AMB (Metropolitan Area of Barcelona)) ter javne ustanove in razvojni center, ki imajo neposreden vpliv na regionalno upravljanje z vodami (PO (Conseil Général des Pyrénées Orientales), LG (Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano-Volturno), DH (Department of Herault), RDC (Regionalni center za razvoj))(Slika 1).



Slika 1: Zemljevid s prikazom držav (Unsupported source type (ElectronicSource) for source MED13.**) na katerem so sodelujoče dežele označene z zeleno barvo, preostale pa s sivo.**

Informacije o projektu WATERLOSS

Na spletni strani http://www.waterloss-project.eu se nahajajo informacije o samem projektu, o partnerjih projekta, kontaktnih osebah, izdanih publikacijah in rezultatih projekta. Predstavljene so tudi razvite metodologije in aplikacija DSS (sistem za podporo odločanju (ang. »decision suport system«)), ki je bila s strani Univerze v Ljubljani, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo razvita v okviru projekta (Slika 2).



Slika 2: Uvodna spletna stran projekta WATERLOSS

.....

Projekt WATERLOSS je del druge razvojne osi programa MED in je eden izmed evropskih transnacionalnih programov v okviru ozemeljske povezanosti, ki je del kohezijske politike EU. Cilji 2. osi, natančneje točke 2.1, se nanašajo na varstvo okolja in povečanje naravnih virov in kulturne dediščine.
Glavni cilj projekta WATERLOSS je bil razvoj metodologije za nadzor nad neprodano vodo v vodovodnih sistemih z implementacijo sledečih dejavnosti:

1. Z opredelitvijo vodne bilance v vodovodnih sistemih, ki sodelujejo v projektu.
2. S pregledom skupine indikatorjev , kjer so se upoštevali že obstoječi IWA indikatorji (IWA, 2000). Za potrebe projekta so se razvili še novi indikatorji.
3. Z razvojem orodja za podporo o odločanju, kjer je glavni rezultat seznam ukrepov, ki so prednostni za odpravo neprodane vode, prilagojen regionalnim razmeram za posamezno državo.

Aktivnosti pri projektu

Aktivnosti projekta so bile razdeljene na 5 delovnih sklopov (DS), ki so prikazani na spodnji sliki (Slika 3). Jedro raziskovalnega in razvojnega dela predstavljajo sklopi 3 do 5. Kot podpora tem trem sklopom se je v treh partnerskih državah določilo pilotna območja, na katerih se je izvajalo testiranje metod in orodij. Da bi projekt dosegel svoj namen, t. j. da bi čim hitreje dosegel ciljne deležnike in zainteresirane skupine, je bilo poskrbljeno za ustrezno obveščanje in sodelovanje v sklopu DS1. Vsak projekt je potrebno ustrezno izvajati in usklajevati vodenje projekta je potekalo v sklopu DS2. Slika 4 prikazuje povezavo med delovnimi sklopi DS3, DS4 in DS5. Delovni sklop DS3 vpliva na razvoj delovnega sklopa DS4, torej neposredno na razvoj aplikacije DSS in na razvoj ukrepov za zmanjšanje neprodane vode. Prav tako pa vpliva na delovni sklop DS5, kjer so zajeta testna območja in so iz delovnega sklopa DS3 dobila informacijo, katere spremenljivke je potrebno meriti in jih zabeležiti ter jih nato posredovati v aplikacijo DSS za namene testiranja aplikacije.



Slika 3: Porazdelitev aktivnosti projekta WATERLOSS po delovnih sklopih (DS)



Slika 4: Povezava med delovnimi sklopi 3, 4 in 5

Opisi aktivnosti pri projektu

DS1 – Sodelovanje z deležniki in informiranje

Eden izmed glavnih ciljev projekta je bil priprava in razširjanje informacij o tematiki projekta in njegovih rezultatih ter predstaviti aktivnosti projekta širšemu krogu končnih uporabnikov. Glavni namen je osvestiti uporabnike o neprodani vodi, katere so glavne komponente neprodane vode in zakaj je tako pomembno, da se zmanjša količina neprodane vode. Glede na naravo obravnavane tematike je cilj tega delovnega sklopa med-partnerska izmenjava, sodelovanje z deležniki in tudi obveščanje drugih držav, tudi izven programa teritorialnega območja v okviru katerega se izvaja program MED. Komunikacija se izvaja preko spletne strani, zgoščenk, brošur, glasil in z izvajanjem seminarjev ter delavnic s poudarkom na temah, ki so aktualne za določeno državo.

V Sloveniji bosta v sklopu projekta izvedena dva izobraževalna seminarja in dve delavnici. Tam bo med drugim prikazano:

1. Pregled metodologije za izbor potrebnih kazalnikov učinkovitosti (performance indicators).
2. Predstavljen bo sistem poročanja za oceno pomembnih kazalnikov učinkovitosti.
3. Predstavljena bo aplikacija DSS, njeno delovanje ter uporaba.
4. Prikazan bo pregled baze možnih ukrepov za zmanjšanje količine neprodane vode.

V okviru projekta je za javnost pripravljeno splošno informativno poročilo o projektu.

DS2 – Vodenje projekta in sodelovanje med partnerji

Vsak delovni sklop je vodil posamezni partner, koordinacijo projekta kot celote pa je opravil vodilni partner AUTH (Aristotle University of Thessaloniki). Partnerji, ki so bili odgovorni za posamezne delovne sklope, so spremljali in redno poročali o poteku dela, o svojem napredku ter o napredku podizvajalcev. Redno so se organizirali projektni sestanki, kjer se je sproti poročalo o vmesnih rezultatih projekta.
Informacijska in komunikacijska strategija se je posodabljala tekom projekta. Posodobljene verzije in rezultati so vključeni v tekoča poročila o napredku. Slika 5 prikazuje projektno vodenje aktivnosti v posameznem delovnem sklopu v povezavi z aktivnostmi v drugih delovnih sklopih.

DS3 – Pregled delovanja in ocena vodovodnih izgub

Glavni cilji delovnega sklopa DS3:

1. Spremljati indikatorje delovanja vodovodnih sistemov, ki sodelujejo v projektu WATERLOSS.
2. Oceniti delež neprodane vode v vodovodnih sistemih.
3. Pripraviti katalog spremenljivk in novih kazalnikov učinkovitosti.

Cilj te faze je bil razvoj ustreznih kazalnikov učinkovitosti (PI). Sistem je moral biti preprost in čim lažji za uporabo za oceno obstoječih vodovodnih sistemov. Zaradi tega je bil obstoječi sistem (predlagan s strani IWA (Alegre et al., 2006)) kritično pregledan in ocenjen. Nato se je preučila možnost razvoja novih

indikatorjev., s tem, da so se pri njih upoštevali specifični pogoji, ki lahko vplivajo na porabo vode na območjih partnerjev, kot so npr. socialni dejavniki, zdravstveni dejavniki, zbiranje deževnice idr. Izdelal se je prilagojen seznam PI, ki najbolje opisujejo učinkovitost vodovodnih sistemov in potencialnih vodnih izgub ter so prilagojeni specifičnim pogojem v partnerskih državah.

DS4 – Razvoj DSS orodja in priprava ustreznih ukrepov za zmanjševanje izgub

Glavni cilji delovnega sklopa DS4:

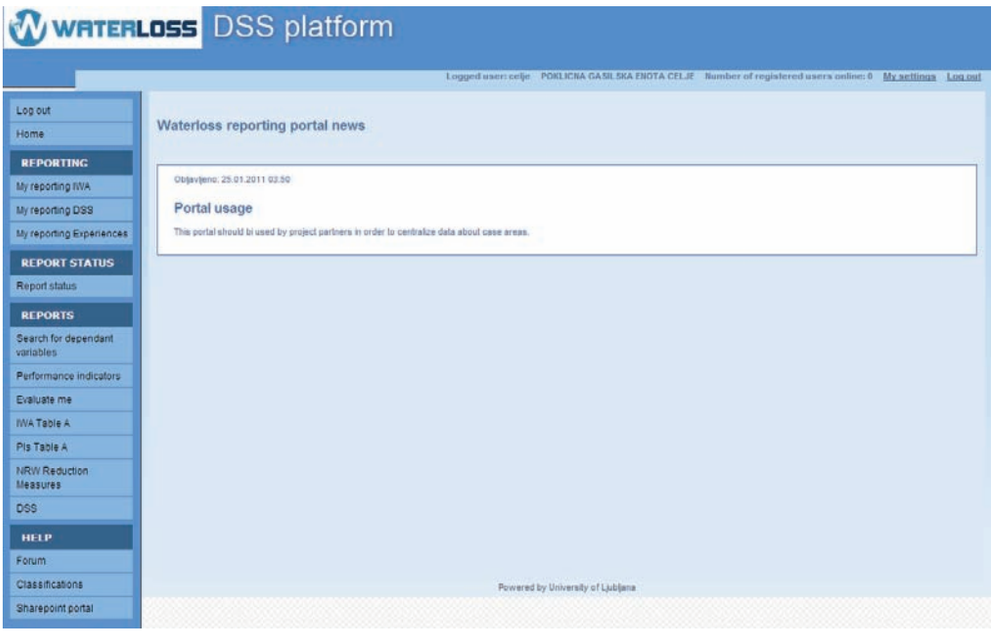
1. Priprava baze možnih ukrepov za zmanjšanje neprodane vode.
2. Izdelava aplikacije za podporo odločanju s ciljem zmanjšanja neprodane vode (NRW Decision Support System) .

Za vsak delovni sklop je bil določen tudi partner, ki je vodil in koordiniral aktivnosti znotraj delovnega sklopa in med delovnimi sklopi. Prvi del delovnega sklopa DS4 je vodil in koordiniral DH (Department of Herault). Njihova skupina je razvila bazo možnih ukrepov v tesnem sodelovanju z UL (Univerzo v Ljubljani). Prav tako so pripravili splošne mejne vrednosti za vse kazalnike učinkovitosti, ki jih uporablja aplikacija DSS. Vsako pilotno območje ima možnost vnosa svojih mejnih vrednosti, ki so specifična za njihov vodovodni sistem, regijo oziroma državo.
Drugi del DS4 je koordinirala UL in pod njenim vodstvom se je naprej pripravila podatkovna baza. V naslednji fazi je potekal intenzivni razvoj aplikacije DSS (Slika 6). Aplikacija DSS je bila razvita z namenom, da bodo upravljavci vodovodnih sistemov lažje analizirali delež neprodane vode v vodovodnih sistemih in izboljšali delovanje vodovodnih sistemov. Pri tem jim DSS omogoča identifikacijo prednostnih ukrepov za zmanjšanje deleža neprodane vode v njih. Aplikacija predstavlja celovit sistem, ki upošteva širok spekter možnih razlogov za neprodano vodo: okvare cevi, prekinitve dobave vode, pritožbe strank, zagotavljanje ustrezne kakovosti vode idr. in seveda širok nabor možnih ukrepov za zmanjšanje deleža neprodane vode v vodovodnih sistemih. Aplikacija DSS je trenutno na voljo v angleškem in slovenskem jeziku, pripravlja pa se razširitev tudi na druge jezike.

COMPONENT	PHASE	Task Leader	Duration	1 June 2010	2 July 2010	3 Aug 2010	4 Sep 2010	5 Oct 2010	6 Nov 2010	7 Dec 2010	8 Jan 2011	9 Feb 2011	10 Mar 2011	11 Apr 2011	12 May 2011	13 June 2011	14 July 2011	15 Aug 2011	16 Sep 2011	17 Oct 2011	18 Nov 2011	19 Dec 2011	20 Jan 2012	21 Feb 2012	22 Mar 2012	23 Apr 2012	24 May 2012	25 June 2012	26 July 2012	27 Aug 2012	28 Sep 2012	29 Oct 2012	30 Nov 2012	31 Dec 2012	32 Jan 2013	33 Feb 2013	34 Mar 2013	35 Apr 2013	36 May 2013
CO1: Communication	1.1-Information & Communication Strategy	AUTH	1/6/2010-31/5/2013																																				
	1.2-Project website	AUTH	1/6/2010-31/5/2013																																				
	1.3-Project corporate identity	AUTH	1/6/2010-31/5/2013																																				
	1.4-Seminars and information events	AUTH	1/6/2010-31/5/2013																																				
	1.5-Plan for Capitalisation of Project Results	AMB	1/9/2010-31/5/2013																																				
CO2: Management		AUTH	1/6/2010-31/5/2013																																				
CO3: Monitoring of the performance of Water Supply Systems (WSSs) & evaluation of NRW	3.1 -Overview of Water Supply Systems & performance assessment	LG	1/6/2012-29/2/2012																																				
	3.2- Establishment of an efficient PI system	WBN	1/11/2010-29/2/2012																																				
CO4: Development of a DSS tool for appropriate NRW reduction strategy	4.1-Preparation of a database of NRW management methods	DH	1/5/2011-31/8/2012																																				
	4.2 – Development of the DSS tool	UL	1/11/2011-30/11/2012																																				
CO5: Demonstration of the DSS tool into specific WSS		DEYAK	1/5/2012-31/5/2013																																				

EXTENSION

Slika 5: Primer projektnega vodenja aktivnosti v posameznem delovnem sklopu v povezavi z aktivnostmi v drugih delovnih sklopih



Slika 6: Glavno okno aplikacije DSS (WATERLOSS DSS, 2013)

DS5 – Uporaba DSS orodja v testnih območjih

Metodologije in aplikacija DSS, ki je bila razvita v sklopu projekta, se je testirala v izbranih pilotnih območjih oziroma pripadajočih vodovodnih sistemih ali delih vodovodnih sistemov. Vsa izbrana testna območja, so dovolj velika, da so- zagotovljeni ustrezni ponovljivi pogoji, kar je pomembno zato, da se lahko kasneje postopek ponovi in se vpeljani testni sistem razširi na celoten vodovodni sistem, hkrati pa tudi upošteva izvedene ukrepe za zmanjšanje količin neprodane vode v sistemih v katerih so se le-ti operativno izvajali.



Slika 7: Lokacije izbranih pilotnih območij pri projektu WATERLOSS

.....

Evropska in nacionalna zakonodaja

Evropska zakonodaja

Evropski parlament in svet evropske unije je ugotovil, da je voda specifičen naravni vir, ki ga je potrebno varovati, braniti in obravnavati kot tako. V tem duhu je bila oblikovana in sprejeta Okvirna direktiva o vodah - WFD-2000/60/EC. Direktiva določa pravni okvir za varovanje in ohranjanje čistih voda po vsej Evropi in zagotavljanje njihove dolgoročne in trajnostne rabe. Direktiva vzpostavlja inovativen pristop k upravljanju voda, ki temelji na povodjih kot naravnih geografskih in hidroloških enotah. Pri tem določa državam članicam posebne roke za varovanje vodnih ekosistemov. Direktiva obravnava celinske površinske vode, somornice, obalna morja in podzemne vode ter uvaja več inovativnih načel za upravljanje voda, kot je tudi tesno sodelovanje javnosti pri načrtovanju stanja in oblikovanju ukrepov, vključno s povračilom stroškov storitev za rabo vode. V skladu s 3. členom Direktive si je treba prizadevati za vzpostavitev mednarodnih vodnih območij, ki vključujejo ozemlje več držav članic, in usklajevanje dejavnosti na teh območjih. Za vodovodne sisteme je posebej pomemben 7. člen, ki govori o vodah, ki se uporabljajo za odvzem pitne vode. Vsaka država članica mora:

1. Opredeliti vsa vodna telesa, ki se uporabljajo za odvzem vode, namenjene za prehrano ljudi, ki zagotavljajo več kot 10 m^3 na dan kot povprečje ali oskrbujejo več kot 50 oseb.
2. Rezervirati vodna telesa, ki so možni vir pitne vode v prihodnosti.

Države članice morajo izvajati monitoring nad vodnimi telesi, ki v skladu z Aneksom V, zagotavljajo več kot 100 m^3 na dan kot povprečje. Direktiva opredeljuje pitno vodo kot prioritetno rabo, hkrati pa zavezuje države članice in s tem regulatorne in upravljavske organe k odgovornemu ravnanju z vodo, kar pomeni tudi ustrezno preprečevanje neracionalne rabe vode, kar izgube vode iz vodovodnih sistemov vsekakor so.

Nacionalna zakonodaja

Nacionalna zakonodaja povzema smernice, ki so podane v Okvirni direktivi o vodah, hkrati pa razširja vsebine na bolj praktično usmerjene ukrepe za racionalno ravnanje z vodo. Upravljavci vodovodnih sistemov v Sloveniji morajo na tem področju upoštevati Uredbo o oskrbi s pitno vodo (Uradni list RS, št. 88/2012) in Pravilnik o oskrbi s pitno vodo (Uradni list RS, št. 35/2006). Uredba o oskrbi s pitno vodo uvaja nekaj novosti na področju vodooskrbe. Zelo pomemben je 17. člen, ki govori o zmanjševanju izgub vode iz vodovodnih sistemov. Upravljavec vodovodnega sistema je zakonsko zavezan, da mora spremljati in evidentirati v vodni bilanci vse izgube vode. Prav tako mora pripraviti program ukrepov za zmanjšanje izgub vode, ki je sestavni del programa oskrbe s pitno vodo. Upravljavec vodovodnega sistema mora zagotavljati izvedbo rednega vzdrževanja in ukrepov za zmanjšanje izgub vode, ki nastajajo pri rednem obratovanju vodovodnega sistema, v skladu s programom ukrepov za zmanjšanje vodnih izgub. Šele potem, ko vodne izgube obstoječih vodovodnih sistemov ne presegajo dopustne ravni vodnih izgub, lahko občina zaradi potreb po večji rabi pitne vode načrtuje oskrbo s pitno vodo iz novih zajetij za pitno vodo ali povečanje zmogljivosti črpanja iz obstoječih zajetij za pitno vodo. Prav tako je pomemben 28. člen, ki govori o prekrških in globah. Z globo od 4.000 evrov do 20.000 evrov se kot prekršek kaznuje med drugim tudi, če upravitelj vodovodnega sistema ne spremlja izgub vode in jih ne evidentira v skladu s prvim

.....

odstavkom 17. člena te uredbe, če ne pripravi programa za zmanjšanje vodnih izgub v skladu z drugim odstavkom 17. člena te uredbe ter ne meri in evidentira količine dobavljene pitne vode v skladu s petim odstavkom 18. člena te uredbe.

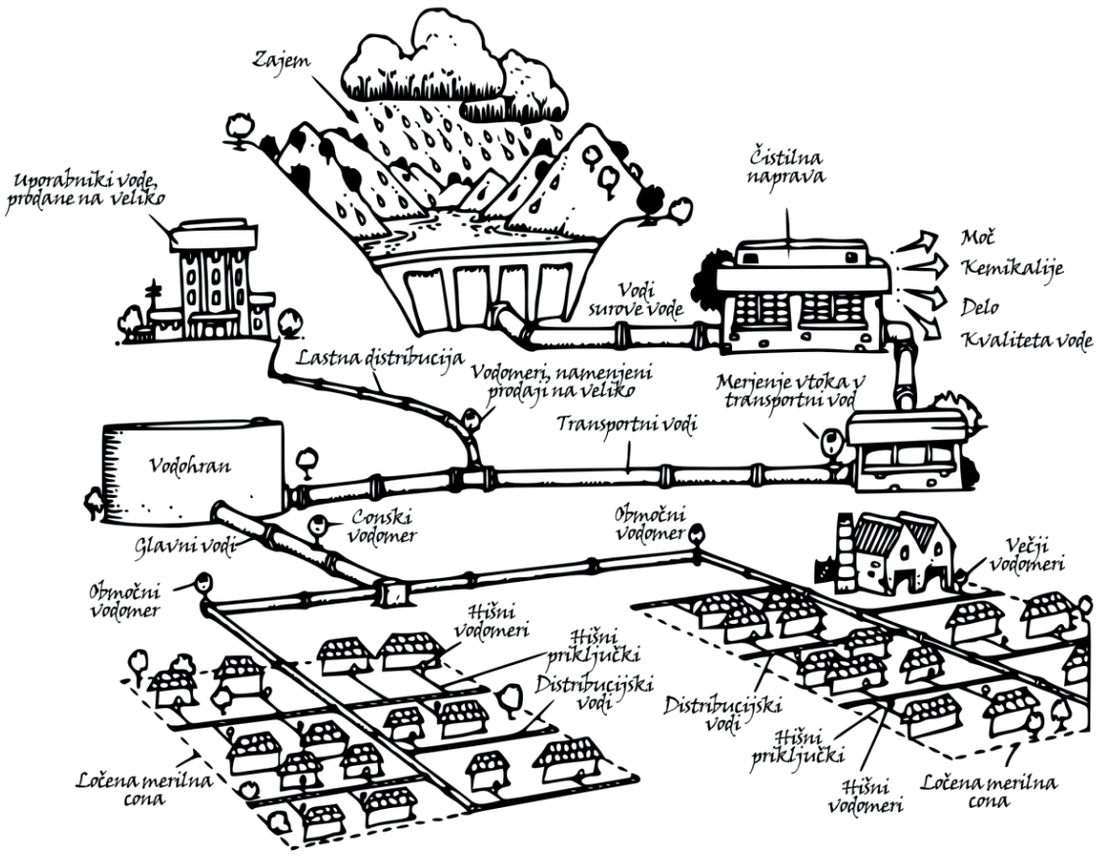
Prav na tem področju je pomembna pridobitev aplikacija za podporo odločanju, ki je bila razvita v okviru projekta WATERLOSS. Aplikacija ima za potrebe enostavnega obdelovanja velikih količin podatkov o vodovodnih sistemih razvit specifičen sistem poročanja, ki omogoča uporabniku, da vsakoletno vnaša in beleži izmerjene količine za specifični vodovodni sistem. Uporabnik tako poroča potrebne izmerjene količine (spremenljivke) o vodovodnem sistemu, aplikacija za podporo odločanju pa v prvem koraku izračuna delež neprodane vode v vodovodnem sistemu po posameznih komponentah in to prikaže na preglednem grafu. V naslednjem koraku aplikacija usmerja uporabnika, glede na stanje njegovega vodovodnega sistema in opredeljene mejne vrednosti v izbor ukrepov, ki so za potrebe zmanjšanja količin neprodane vode najprimernejši za ta vodovodni sistem. Končni rezultat, ki ga poda aplikacija DSS, je seznam najprimernejših ukrepov za zmanjšanje deleža neprodane vode v vodovodnem sistemu. Zaradi tega inovativnega pristopa predstavlja aplikacija za podporo odločanju novo in zelo močno orodje za vsakega upravljavca vodovodnega sistema, hkrati pa tudi izobraževalno orodje in nov klasifikacijski okvir za izvajanje dejavnosti na področju oskrbe s pitno vodo.

Obratovanje vodovodnih sistemov v Republiki Sloveniji

Uvod

Neprodana voda je danes aktualna tema predvsem z vidika trajnostnega gospodarjenja z naravnimi viri. Stroka jasno definira in obravnava vodne izgube ter podaja določena priporočila in ukrepe dobre prakse. Dejstvo pa še vedno ostaja, da se problematike izgub vode iz vodovodnih sistemov različni upravljavci lotevajo dokaj različno, kar je odvisno od številnih dejavnikov kot so razpoložljiva sredstva (finančna, kadrovska), omejenost vodnega vira, stanje vodovodnega sistema in drugi. . Vzrok za različne pristope so tako najpogosteje razpoložljiva (omejena) finančna sredstva upravljavcev, ki jih le-ti razporejajo med ukrepe za ohranjanje funkcionalnega stanja in delovanja vodovodne infrastrukture in za ukrepe za zmanjševanja vodnih izgub. Vzrok za različne pristope pri odpravi izgub vode so tudi različna organiziranost podjetij in različne prednostne usmeritve in zahteve, ki jih pred podjetja postavljajo lastniki, politika ali pa jih za ključne prepoznavajo vodstva podjetij. Učinkovitost pri odpravi deleža neprodane vode je močno odvisna tudi od odnosa državnih organov do upravljavcev vodovodnih omrežij in uspešnosti nadzora državnih ustanov ali regulatornih organov nad poslovanjem in doseganjem ciljev upravljavcev.

Slika 8 prikazuje shematični prikaz vodovodnega omrežja s posebnim poudarkom na lokacijah različnih vrst vodomerov, ki so ključnega pomena za oblikovanje kakovostne vodne bilance vodovodnega sistema in s tem tudi ustrezne podlage za razvoj ukrepov za zmanjšanje izgub vode iz njih.



Slika 8: Shematski prikaz vodovodnega omrežja (SOPAC, 2013)

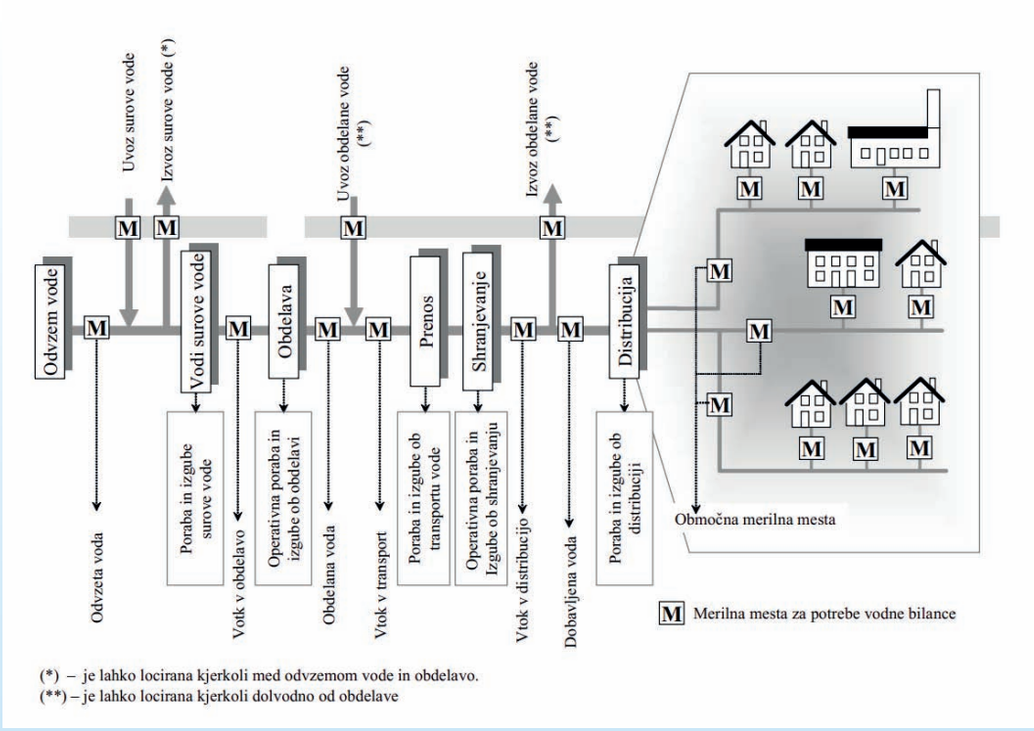
Vodna bilanca vodovodnih sistemov

Vodna bilanca vodovodnih sistemov je standardizirani pojem, pri čemer se za njegovo standardizacijo najširše uveljavlja metodologija, ki jo opredeljuje krovna institucija na tem področju - International Water Association (IWA, 2000). Vodna bilanca, ki je prikazana na (Slika 9) omogoča osnovni in celovit vpogled v delovanje vodovodnega sistema z vidika izgub vode in predstavlja osrednji sklop kazalnikov, ki so podlaga za prvo oceno delovanja vodovodnega sistema in s tem tudi za prepoznavo ukrepov, ki vodijo k sanaciji obstoječega stanja. V vodni bilanci izstopata dve kategoriji: vodne izgube in neobračunana poraba. Kot je razvidno iz spodnje slike (Slika 9) se navedeni kategoriji razlikujeta, v osnovi pa sta tesno povezani. Pri tem je mogoče prepoznati osnovno razliko med obema, ki je v tem, da so upravljavci vodovodnih sistemov zaradi obvladovanja prihodkov bolj usmerjeni v kategorijo neprodane vode, z vidika učinkovite rabe vodnih virov pa je običajno več pozornosti usmerjeno v vodne izgube(Banovec et al., 2012). Slika 10 prikazuje sistematski pogled na oblikovanje vodne bilance s katerim je opredeljeno, da lahko vodno bilanco pripravimo za različne segmente vodovodnega sistema. Ta pristop povzema slovenska zakonodaja (Ur.l.RS_8/2012, 2012) po smernicah IWA (IWA, 2003)).

.....

Sklopi vodne bilance za sisteme oskrbe s pitno vodo - vodovode				
Vtok v vodovodni sistem (System input volume (SIV))	Ugotovljena (merjena) poraba	Obračunana poraba	Obračunana merjena poraba	Prodane količine vode – obračunana voda
			Obračunana nemerjena poraba	
		Neobračunana poraba	Neobračunana merjena poraba	Neplačana voda (Non-revenue water (NRW))
			Neobračunana nemerjena poraba	
	Vodne izgube	Navidezne izgube	Neugotovljena poraba	
			Nenatančnost meritev	
		Dejanske izgube	Dejanske izgube	
			Izgube na transportnih in razdelilnih vodih	
			Izgube in prelivi na transpordnih in razdelilnih vodohranih	
			Izgube na priključkih do merilnih mest	

Slika 9: Osnovna struktura vodne bilance za sisteme oskrbe s pitno vodo (Alegre et al., 2006)



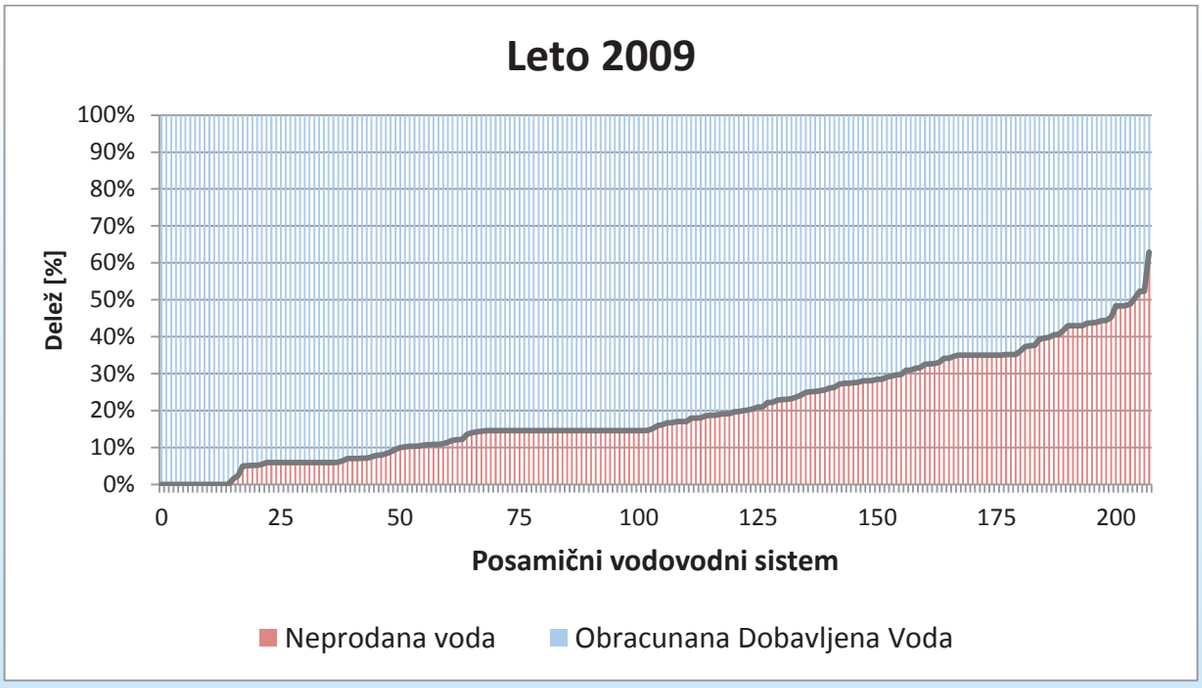
Slika 10: Sistematski pogled na oblikovanje vodne bilance (Ur.l.RS_8/2012, 2012)

Spremljanje stanja vodnih izgub iz vodovodnih sistemov v RS

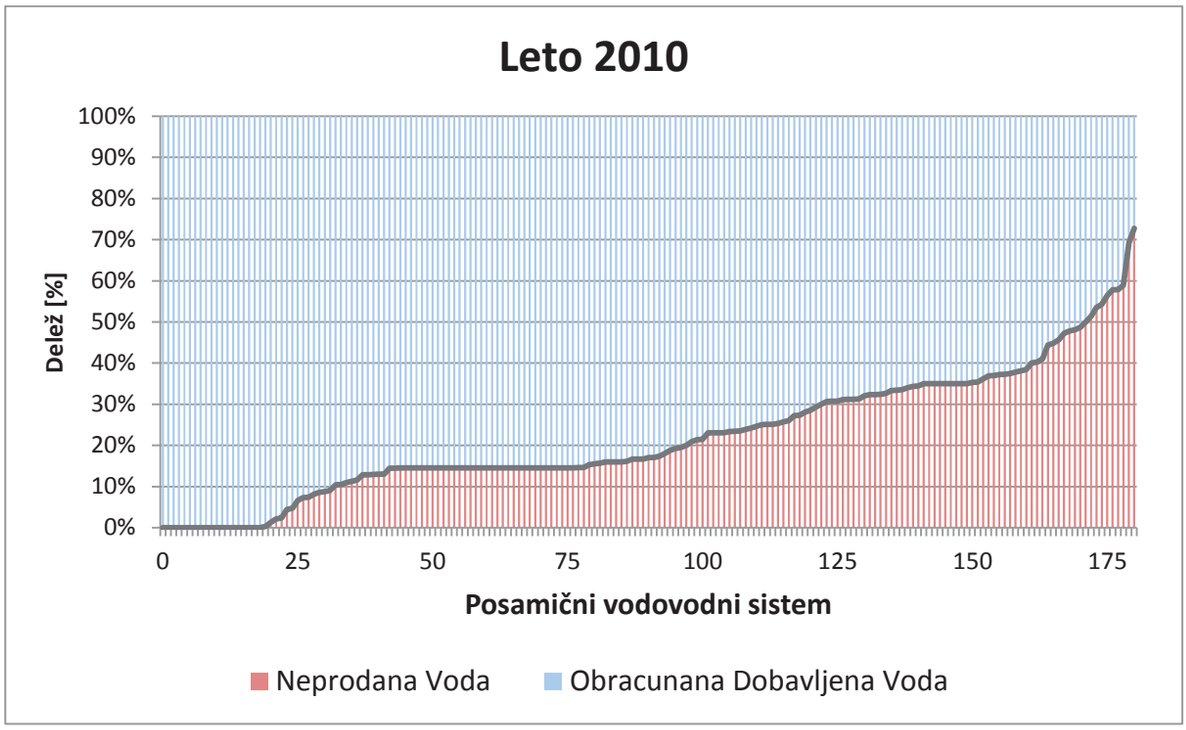
Spremljanje stanja vodnih izgub iz vodovodnih sistemov je osnovna naloga vsakega izvajalca javne službe že iz vidika strokovnega in zanesljivega izvajanja javne službe. Neobvladane izgube vode (ki so del kategorije neprodane vode) lahko pripeljejo obratovanje vsakega vodovodnega sistema relativno hitro na rob zanesljivosti obratovanja. V takem primeru se neobvladljivost izgub vode uravnava z večanjem vtoka v vodovodni sistem (System Input Volume - SIV). Seveda ima ta ukrep svoje meje, ki izhajajo iz:

1. ekonomskih omejitev (strošek povečanega črpanja, obdelave vode, povečanje transportnih zmogljivosti),
2. omejitev vodnega vira (omejenost vodnega vira se najbolj izkaže v dolgotrajnih hidroloških sušah, poleg tega lahko omejenost narekujejo tudi konkurenčne rabe vode),
3. tehničnih omejitev (kapacitete črpališča, kapacitete sistemov za pripravo pitne vode, transportne kapacitete vodov).

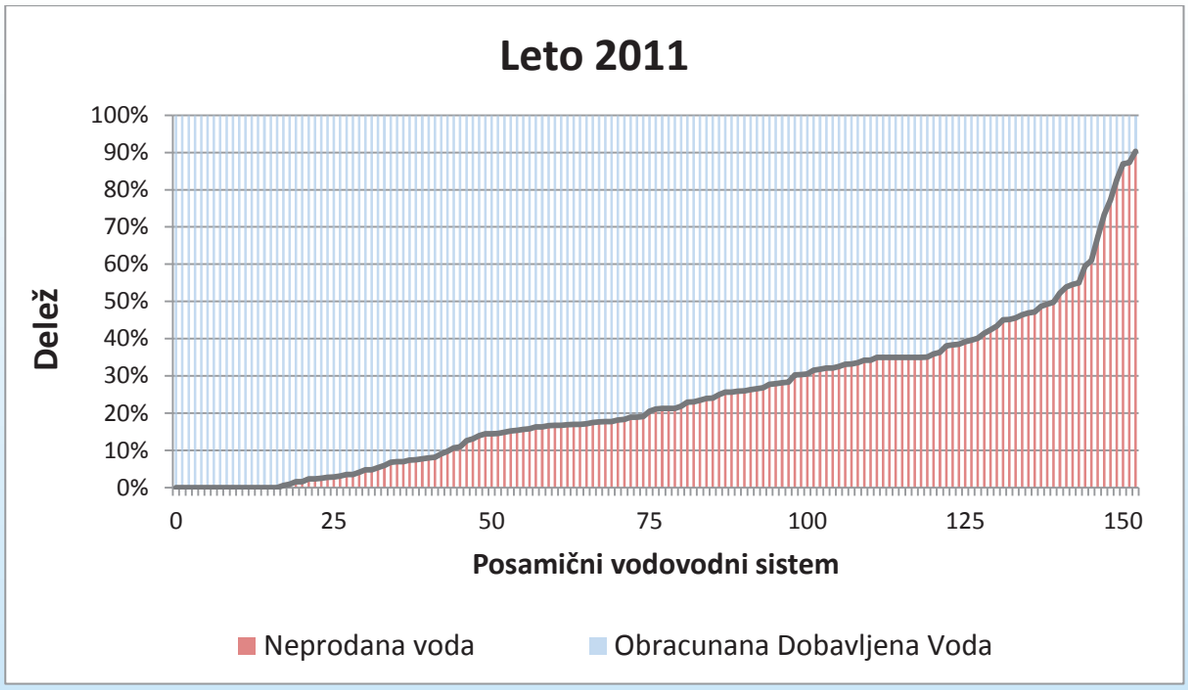
Za potrebe sistemskega spremljanja stanja izgub vode iz vodovodnih sistemov se je leta 2006 pričelo s sistemskim zbiranjem parametrov o delovanju vodovodnih sistemov v okviru poročevalskega sistema IJSVO (MKO, 2012). Med pomembnejšimi parametri so tudi podatki o vodni bilanci za posamezen sistem oskrbe s pitno vodo, ki je zaveden v register vodovodnih sistemov. Na spodnjih slikah (Slika 11, Slika 12, Slika 13) so podane vrednosti razmerij med različnimi elementi vodne bilance po posameznih sistemih oskrbe s pitno vodo za leta 2009, 2010 in 2011 (Banovec et al., 2012).



Slika 11: Razmerja med različnimi elementi vodne bilance po posameznih sistemih oskrbe s pitno vodo za leto 2009 (Banovec et al., 2012)



Slika 12:Razmerja med različnimi elementi vodne bilance po posameznih sistemih oskrbe s pitno vodo za leto 2010 (Banovec et al., 2012)



Slika 13: Razmerja med različnimi elementi vodne bilance po posameznih sistemih oskrbe s pitno vodo za leto 2011 (Banovec et al., 2012)

Za potrebe analize se je izvedla priprava podatkov, uporabljeni pa so bili podatki za vodovodne sisteme, za katere lahko v ustrezni meri zaupamo v kakovost podatkov. Od okvirno 500 vodovodnih sistemov, ki so

.....

registrirani v podatkovni zbirki, je bilo za potrebe vrednotenja vodne bilance izbrano bistveno manjše število vodovodnih sistemov, kar je prikazano spodaj (Preglednica 1).

Preglednica 1: Prikaz števila sistemov in procesa čiščenja podatkov po letih za katere je bilo poročano (Banovec et al., 2012)

Opis faze obdelave podatkov	Število sistemov oskrbe s pitno vodo po letu, za katero je bilo poročano		
LETO:	2009	2010	2011
Sistemi, za katere je bilo poročano	456	552	477
Sistemi, za katere se vodna bilanca po vsoti kategorij potrjuje	213	198	157
Sistemi po izločanju podvojenih poročanj	213	187	156
Sistemi po odstranitvi sistemov, za katere so po bilancah poročane negativne vrednosti ali ničle.	208	181	153

Kot je razvidno iz preglednice 1 se kakovost poročanja po letih v obdobju od 2009 do 2011 slabša, saj se je število sistemov, za katere je poročana relevantna vodna bilanca, zmanjšalo za 25% (iz 208 dobrih bilanc na 153 dobrih vodnih bilanc). Za leto 2009 je imelo zaključeno vodno bilanco 46% poročanih vodovodnih sistemov, za leto 2011 pa le še 32%. Pričakovano stanje bi moralo biti bistveno drugačno, saj bi pričakovali, da se kakovost vodne bilance z leti izboljšuje, in bi se morali približevati stanju, ko bi imeli zaprto vodno bilanco vsi (100%) poročanih vodovodnih sistemov. Na grafih (slika 11, 12, 13) so vodovodni sistemi razporejeni od leve proti desni od vodovodnih sistemov z najmanjšo odstotno vrednostjo neobračunane porabe vode glede na dobavljeno količino v vodovodni sistem, do vodovodnih sistemov z največjo odstotno vrednostjo neobračunane porabe vode. Ugotovimo lahko, da je potrebna kritična interpretacija tudi teh podatkov. Težko si je namreč zamisliti, da imamo v Sloveniji znaten delež vodovodnih sistemov, ki nimajo vodnih izgub (letne vodne izgube in neobračunana voda 0 m3/s) ali imajo vodne izgube manjše od 10%. Prav tako si je težko predstavljati, da je v Sloveniji več vodovodnih sistemov, ki izkazujejo neprodano dobavljeno vodo, ki presega 80%. To pomeni, da se le 20% vode vodne količine, ki se načrpa v vodovodni sistem dejansko proda oziroma obračuna.

Tudi podrobnejša analiza podatkov po posameznem vodovodnem sistemu izkazuje, da je tudi na tem nivoju potrebna kritična presoja, saj veliko poročevalskih enot med vsemi kategorijami neprodane vode opredeljuje le dejanske izgube. Poročane vodne izgube so vsekakor nesprejemljive, saj se za razvite države opredeljuje sprejemljiv nivo neprodane vode v višini do 15%, za evrazijske države do 30%, za države v razvoju pa 35% (Liemberger, 2002). Ugotovljeno kliče po izboljšanju stanja, pri čemer lahko za vzor vzamemo pristop, ki so ga ubrali v Veliki Britaniji, kjer državna agencija Ofwat (Office of Water Services) detajlno spremlja kazalnike in statistiko 26 podjetij, ki izvajajo oskrbo s pitno vodo in so pod njenimi regulatornimi pristojnostmi. Za ta podjetja zastavlja zavezujoče cilje vodnih izgub in forenzično preiskuje vrednosti, ki jih poročajo upravljavci vodovodnih sistemov (Banovec et al., 2012).

.....

Primer dobre prakse – Komunalno podjetje Velenje

V sklopu projekta WATERLOSS je bilo izbrano tudi pilotno območje v Sloveniji – vodovodni sistemi s katerimi upravlja Komunalno podjetje Velenje. Komunalno podjetje Velenje trenutno upravlja z:

- 645 km vodovodnega omrežja,
- 69 vodohrani,
- 53 vodovodnimi črpališči,
- 33 zajetji pitne vode,
- čistilno napravo za pitno vodo Grmov vrh,
- 800 hidranti,
- 16 vodovodnimi razbremenilniki,
- 141 reducirnimi postajami,
- 3710 zapornimi elementi,
- 3649 vodovodnimi jaški,
- 7268 vodovodnimi priključki.

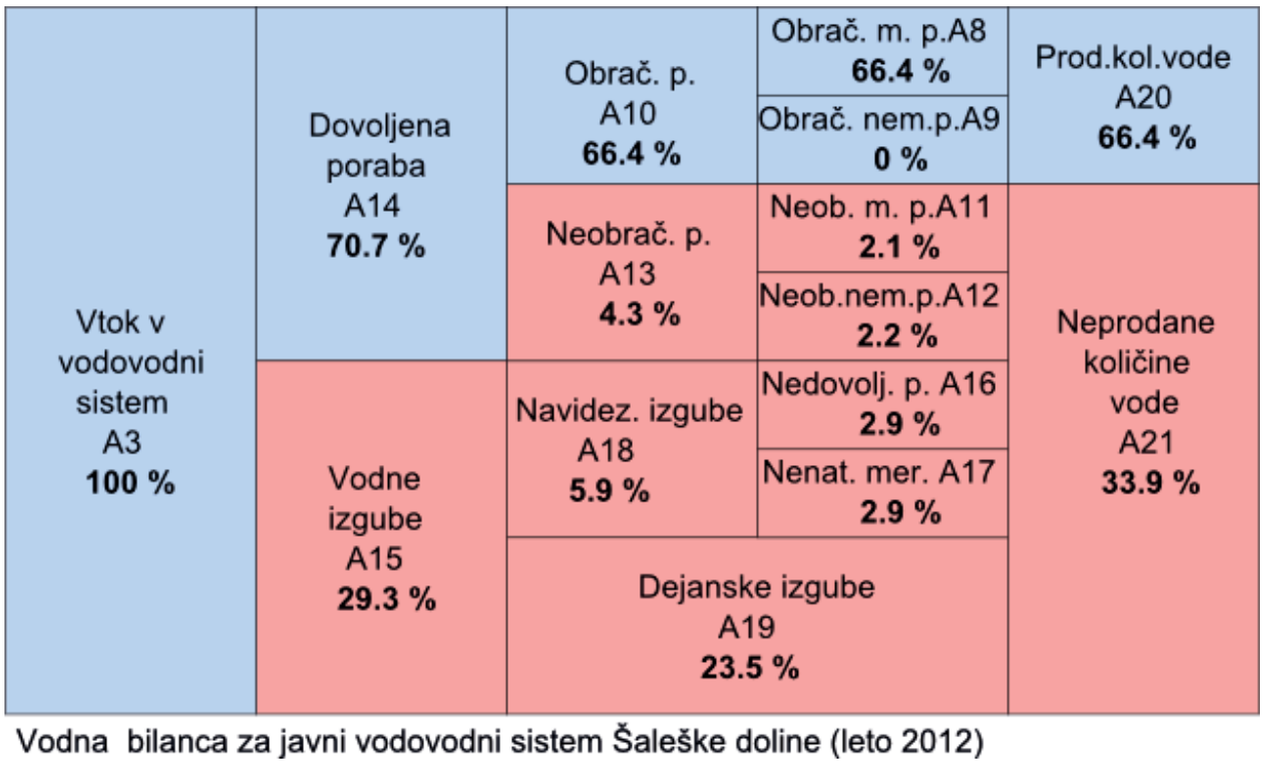
Z navedenim sistemom zagotavljajo najosnovnejšo komunalno oskrbo 44.000 uporabnikom vodooskrbnega sistema (t.j. 94 % prebivalcev Šaleške doline) na območju MO Velenje, občine Šoštanj in občine Šmartno ob Paki. V manjšem obsegu opravljajo javno vodooskrbo prebivalstva tudi v sosednjih občinah Mozirje, Žalec, Polzela, Dobrna in Mislinja (Velenje, 2007).

Slika 14 prikazuje vodno bilanco za javni vodovodni sistem Šaleške doline za leto 2012. Vtok v vodovodni sistem (skupna dobavljena količina – System Input Volume) je 100 %, kar količinsko predstavlja 4.618.755 m^3. Dovoljeno porabo predstavlja skoraj 71 %, od tega znaša obračunana poraba 66,4%, neobračunana poraba pa 4,3%. Izgube vode iz vodovodnega sistema po njihovih meritvah znašajo malo več kot 29 %. Celotni delež neprodane vode je sestavljen iz dveh delov: vodnih izgub in neobračunane porabe. Količina neprodane vode je v letu 2012 znašala skoraj 34 %.

Opis spremenljivk, ki so prikazane na Slika 14:

A3 Vtok v sistem.
A8 Obračunana merjena poraba.
A9 Obračunana nemerjena poraba.
A10 Obračunana poraba.
A11 Neobračunana merjena poraba.
A12 Neobračunana nemerjena poraba.
A13 Neobračunana poraba.
A14 Dovoljena poraba.
A15 Vodne izgube.
A17 Napake pri merjenju izgub vode.
A18 Navidezne izgube.
A19 Dejanske izgube.
A20 Prodane količine vode.
A21 Neprodane količine vode.

……



Slika 14: Vodna bilanca za javni vodovodni sistem Šaleške doline (leto 2012) (WATERLOSS DSS, 2013)

V sklopu projekta so posredovali podatke za razširitev obstoječe baze in testirali aplikacijo WATERLOSS DSS. Po uporabi aplikacije WATERLOSS DSS so ugotovili, da veliko predlaganih ukrepov že izvajajo, predvsem na področju dejanskih izgub vode:

- Vzpostavljenih je cca. 88 ločenih merilnih območij (DMA – District Metering Area) (t.j. 1 merilna cona na cca. 5000 prebivalcev).
- Uporabljajo hidravlični model celotnega vodovodnega sistema, ki ga nameravajo v prihodnosti še nadgraditi.
- V sklopu obnove vodovodnega sistema se vgrajuje višji rang vodomerov metrološkega razreda C.
- Izvaja se iskanje puščanja vode na sistemu (po planu, interventno).
- Izvaja se takojšnje odpravljanje ugotovljenih puščanj.
- Izvaja se obnova najbolj kritičnih odsekov vodovodnega sistema (glede na finančne zmožnosti).

Aplikacija WATERLOSS DSS jih je navedla k razmisleku o problematiki kraje vode, ki spada v področje navideznih izgub. Več bi morali narediti na področju ustreznejšega izvajanja obstoječe zakonodaje, ki se nanaša na nedovoljen odvzem vode.

.....

Ekonomski vidiki zmanjšanja izgub vode

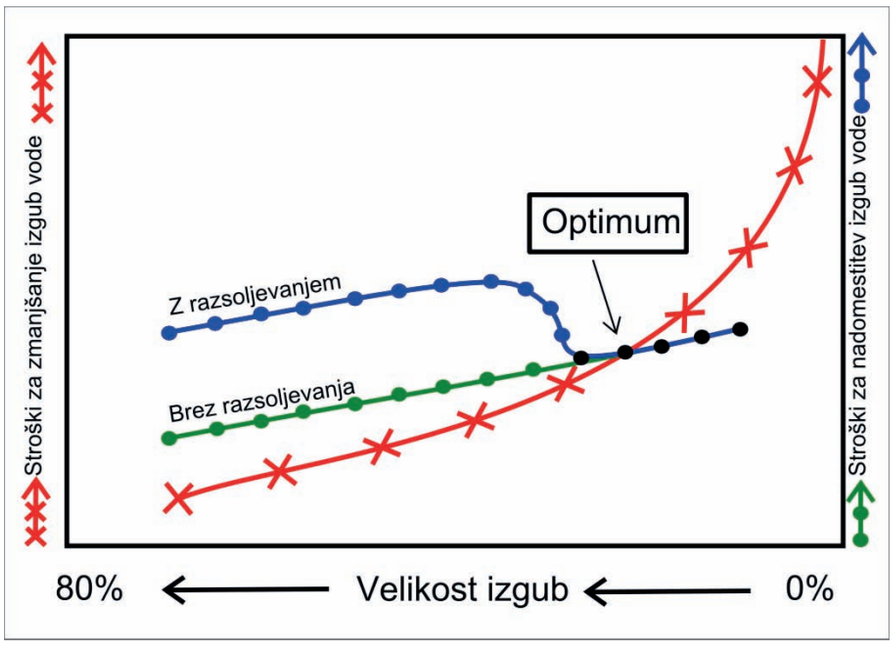
Izgube vode iz vodovodnih sistemov imajo več negativnih posledic. Med njimi so še posebej pomembne ekonomske posledice, ki so lahko tudi precej otipljive, v splošnem pa je mogoče in potrebno postaviti dokaj uravnoteženo ekonomsko mejo, ki jo prepoznamo kot učinkovitost investicije v zmanjšanje izgub vode. Meja ekonomske učinkovitosti je postavljena tako, da se za vsak evro, ki ga porabimo za zmanjšanje izgub vode iz vodovodnih sistemov, zmanjša celotni strošek za delovanje in vzdrževanje vodovodnega sistema za več kot evro. To po drugi strani pomeni, da obstaja meja ekonomske upravičenosti, pod katero je nadaljnje zmanjševanje izgub vode ekonomsko neupravičeno. Ravno iskanje te meje in delovanje vodovodnega sistema na tej meji mora predstavljati pomembno jedro nalog upravljalcev vodovodnih sistemov. Področje obravnave pokriva tako definirano mejo ekonomsko sprejemljivih izgub vode (Economic Acceotable Level of Leakage) oziroma ekonomsko trajnostne izgube vode (Sustainable Economic Level of Leakage – SELL) (Ofwat et al., 2012).
Poleg samega ekonomskega kriterija obstajajo seveda tudi drugi kriteriji, tako lahko v državah, ki imajo zelo omejene vodne vire, prekomerne izgube vode iz vodovodnih sistemov pomenijo, da veliko ljudi ne bo dobi ustrezne oskrbe z vodo zaradi samih izgub. Poleg tega voda predstavlja tudi pomemben element samega okolja, ki ga je ekonomsko težko ovrednotiti, sistemsko pa to področje ureja tudi Okvirna direktiva o vodah (European_Parliament, 2000).

Zakaj določati ekonomsko trajnostne izgube vode

Pri pripravljanju programa ukrepov za zmanjševanje izgub vode je potrebno je potrebno, tudi v skladu s slovensko zakonodajo (Ur.l._60/2006, 2006) pripraviti investicijsko dokumentacijo in izvesti analizo stroškov in koristi ter optimizacijo s katero se opredeljuje izbor variantnih ukrepov z največjo ekonomsko učinkovitostjo. Uporaba te metode je potrebna tudi pri sestavljanju nabora operativnih ukrepov za zmanjšanje izgub vode, ki so opredeljeni v okviru projekta WATERLOSS.

Eden od možnih načinov izvajanja analize stroškov in koristi se imenuje metoda nadomestnega ukrepa. Pri tej metodi običajno primerjamo stroške, ki nastanejo zaradi izvajanja ukrepov za zmanjševane vodnih izgub, s koristmi, ki izhajajo iz zmanjšanih stroškov za proizvodnjo in dobavo vode.

Slika 15 prikazuje primerjavo stroškov in koristi za izbrani sistem oskrbe s pitno vodo, kjer bi se lahko izognili dragemu razsoljevanju morske vode s tem, da bi zmanjšali izgube vode pod 30 %. Če bi dosegli takšen nivo izgub vode, bi cenejša voda iz obstoječih, konvencionalnih vodnih virov zadoščala, da se pokrijejo potrebe po vodi.



Slika 15: Poenostavljen primer analize stroškov in koristi (Rudolph, 2008)

Drugi izmed možnih pristopov je, da se primerja specifične stroške dobave vode z različnimi ukrepi za zmanjšanje izgub vode (npr. investicija v novo programsko opremo, izobraževanje strokovnega kadra, menjava starih vodomerov z natančnejšimi vodomeri višjega cenovnega razreda itd.).
Analiza stroškov in koristi ne bi smela biti omejena samo na neposredne stroške, ki nastajajo v javnem sektorju. V primeru, da vodovodni sistemi, tudi zaradi visokih izgub vode, ne zagotavljajo več zanesljive, kontinuirane dobave vode in ne vzdržujejo ustreznega tlaka v sistemu, so uporabniki vode obremenjeni z dodatnimi stroški kot so: črpalke za dodajanje tlaka, dodatni rezervoarji na strehah, sistemi za dodatno čiščenje vode. Ti, dodatni stroški so pogosto veliko višji od zneska, ki bi ga upravljavci vodovodnih sistemov porabili za ustrezen program ukrepov zmanjšanja vodnih izgub, vzdrževanje in obnovo sistema. Iz tega izhaja, da je potrebno izvesti analizo stroškov in koristi, ki naslavlja vse deležnike pri oskrbi s pitno vodo in ne le subjektov, ki so zadolženi za izvajanje oskrbe (občine, javna podjetja).

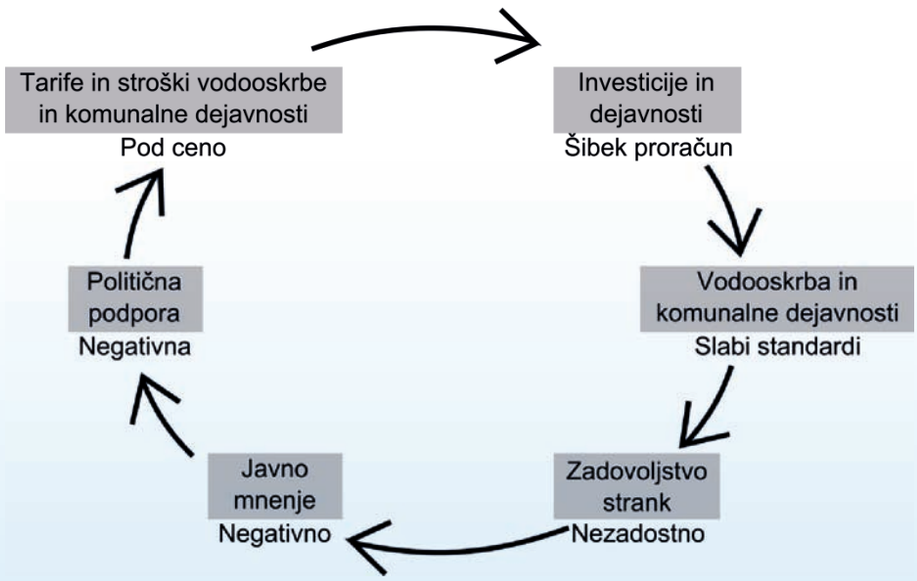
V danem primeru je podan le okvirni pristop k določanju ekonomsko trajnostnih izgub vode, vsekakor predstavljajo ekonomsko trajnostne izgube enega pomembnejših referenčnih okvirov pri opredeljevanju izbora ukrepov za zmanjšanje izgub vode in neprodane vode. Pri tem pa smo opredelili šele širši okvir za izvajanje analiz in optimizacijo ukrepov, v fazi programiranja in projektiranja ukrepov je potrebno ustrezno natančno opredeliti tudi razkorak med maksimalnim teoretičnim zmanjšanjem izgub vode in nanje vezanimi ekonomskimi učinki pri izvajanju ukrepov za zmanjšanje izgub vode in istimi elementi, ki so realno dosegljivi.
Takšni ukrepi morajo biti nato vključeni v program ukrepov, ki poleg osnovnega ukrepa opredeli tudi podporne ukrepe, ki pogosto predstavljajo predpogoj za samo izvedbo operativnih ukrepov zmanjšanja izgub vode. Sestavni del samega programa pa predstavlja tudi program spremljanja učinkov izvedenih ukrepov.

.....

Omejitve pri upravljanju z vodovodnimi sistemi

Pri obravnavi pristopov s katerimi se opredeljuje ciljno upravljanje z vodnimi sistemi, ki vodi v učinkovito in uspešno izvajanje javne službe se pogosto spregledajo negativni elementi, ki zavirajo doseganje ciljnih stanj. Pogosto eno od pomembnejših omejitev predstavljajo nizke cene vode, ki pripeljejo do tega, da so zbrana finančna sredstva nižja kot so stroški delovanja in upravljanja vodovodnih sistemov. Javne gospodarske službe morajo zaradi tega delati z nezadostnimi proračunskimi sredstvi. Investicije in standardi izvajanja dejavnosti ne dosegajo potreb, ki jih imajo stranke, kar vodi v nezadovoljstvo strank in v negativno mnenje javnosti. Končni rezultat je, da se ob izkazani potrebi po zviševanju cen ugotovi, da ni potrebne podpore deležnikov, ki odločajo o tem.

To negativno spiralo (Slika 16) je potrebno prepoznati in delati na tem, da se na vsakem posameznem členu spirale in na vseh hkrati prekine, sistemski okvir negativne spirale pa obrne v pozitivno smer .
To je potrebno razumeti tudi pri pripravi programa ukrepov za zmanjševanje vodnih izgub, ki so tudi sicer običajno povezane z dvigom celotnega niza standardov izvajanja javne službe oskrbe s pitno vodo.



Slika 16: Negativna spirala, ki se pojavi v primeru slabega gospodarjenja z vodovodnim sistemom (Rudolph, 2009)

Pri sami implementaciji programov zmanjšanja izgub vode pa se je potrebno zavedati, da so le-ti lahko že v osnovi nepriljubljen tako pri širši javnosti, kot tudi pri politikih, ki odločajo o razporeditvah in porabi javnih sredstev zaradi naslednjih razlogov:

1. Dejavnosti za zmanjšanje izgub vode so nevidne za javnost ali celo moteče (motnje v transportu, dobavi).
2. V prvem koraku se še pred zmanjšanjem izgub zaznajo predvsem stroški, ki nastanejo zaradi vpeljave programa zmanjšanja izgub vode. Koristi od izvajanja programov se lahko vidijo šele po nekaj letih, ali pa se sploh ne zaznajo.

.....

3. Nekateri investicijski krogi so bolj zainteresirani za izvajanje velikih investicij (npr. razvoj novih vodnih virov, jezovi, pregrade), kot za programe ukrepov zmanjšanja izgub vode, ki pogosto predstavlja razpršen sklop manjših investicij, ki jih izvajajo različni izvajalci.

Glede na različne vire, je mogoče oceniti, da okoli 75% stroškov delovanja vodovodnega sistema nastane na delu distribucije in le 25% za črpanje in pripravo vode. Delovanje in vzdrževanje vodovodnega sistema ter programi ukrepov za zmanjševanje vodnih izgub in programi spremljanja stanja so pogosto zapostavljeni pri oblikovanju proračuna, saj prinašajo učinke, ki so lahko časovno precej odloženi. Zato je potrebno za ustrezno umeščanje procesov zmanjšanja vodnih izgub poleg tehničnih ukrepov:

1. Izvajati ozaveščanje, usposabljanje in izobraževanje različnih deležnikov v procesu upravljanja z vodovodnimi sistemi.
2. Izkoreniniti nepreglednost in populizem v različnih fazah odločanja o upravljanju z javnimi sredstvi in vodovodnimi sistemi.
3. Spodbujati prepoznavanje in razumevanje finančnih koristi zmanjšanja izgub vode.

Z boljšim poznavanjem delovanje vodovodnih sistemov in njihovih procesov, bi javnost in vsi deležniki lažje razumeli pomen načrtnega sprejemanja ukrepov, finančno ozadje in časovno premico, ki vpliva na življenjsko dobo vodovodnega sistema in s tem tudi ustrezno obravnavo izgub vode iz vodovodnih sistemov.

.....

Sistem poročanja za oceno pomembnih kazalnikov učinkovitosti

Splošno

Kazalniki učinkovitosti kvantitativno merijo učinkovitost delovanja izbrane naprave ali procesa. Na področju vodoodskrbe so kazalniki lahko številne spremenljivke (tehnične, ekonomske, socialne ali okoljske narave). Kazalniki se lahko uporabljajo za notranje izboljševanje procesov, za merjenje in doseganje ciljev podjetja, za primerjanje z drugimi v panogi (benchmarking) ipd., zato so namenjeni različnim uporabnikom: lastnikom podjetij, uporabnikom storitev, javnosti, vladnim službam in politikom (Petelin, 2008).

Opis kazalnikov učinkovitosti

Pri oceni stanja vodovodnih sistemov, smo se že v samem izhodišču projekta oprli na sistem vrednotenja vodovodnih sistemov (benchmarking), ki ga je razvilo Mednarodno vodno združenje (IWA, 2000). Pri analizi poročevalskega sistema IWA, ki sloni na 254 spremenljivkah, ki so razdeljene na 5 kategorij in izpeljanih 95 indikatorjev (PIs), se je v okviru projekta Waterloss hitro izkazalo več specifičnih ugotovitev:

1. Sistem indikatorjev IWA (IWA, 2003) je usmerjen v široko vrednotenje delovanja vodovodnih sistemov. Samo področje vrednotenja izgub vode iz vodovodnih sistemov ustrezno naslavlja vidik vodne bilance in indikatorjev (npr. Infrastructure Leakage Index - ILI (Delgado, 2008)), vendar ne podaja dovolj informacij, na podlagi katerih bi bilo mogoče že usmerjeno iskati ukrepe za zmanjševanje vodnih izgub.
2. Sistem ne pokriva specifičnih potreb po podatkih glede stanja vodnih virov, ki jih narekuje okvirna Direktiva o vodah.
3. Izvedene analize razpoložljivosti spremenljivk med primeri vodovodnih sistemov, ki so vključeni v projekt Waterloss, so pokazale, da je obseg zbiranja podatkov o vodovodnih sistemih dokaj nizek.

Glede na navedene ugotovitve se je v projektni skupini oblikoval dodaten niz indikatorjev, s katerimi bi bilo mogoče bolje prepoznati stanje vodovodnih sistemov, hkrati pa so se razvila dodatna orodja, s katerimi bi bilo mogoče učinkoviteje zbirati spremenljivke.

Orodje za oceno indikatorjev IWA z vidika upravljanja z vodnimi izgubami je anketno orodje, s katerim izkušeni inženirji upravljavcev vodovodnih sistemov določajo ožji nabor indikatorjev, ki so potrebni za oceno stanja vodovodnega sistema z vidika upravljanja z vodnimi izgubami (Cerk et al., 2011).

Opis sistema za poročanje podatkov

Sistem za poročanje podatkov o vodovodnih sistemih podpira več funkcij, ki so pripravljene z namenom, da se zbere čim več podatkov o vodovodnih sistemih s poudarkom na obvladovanju neprodane vode in izgub vode iz vodovodnih sistemov. Funkcije poročevalskega sistema so razporejena po naslednjih sklopih:

1. Moje poročanje – izvajanje pošiljanja podatkov preko spletne aplikacije z navodili.
2. Status poročevanja – pregled stanja poročanja posamezne poročevalske entitete.
3. Iskanje odvisnih spremenljivk- identifikacija spremenljivk (variables), ki so potrebne za izračun indikatorjev
4. Kazalniki učinkovitosti (PI) pregled kazalnikov učinkovitost (performance indicators).
5. Ocena sistema.-. vrednotenje učinkovitosti glede na opredeljene mejne vrednosti.
6. IWA preglednice – pregled podatkov po kategorijah, ki jih opredeljuje International Water Association.
7. PI preglednice – pregled vseh analiziranih kazalnikov učinkovitosti.

Podrobnejši opis vseh funkcij je v Priročniku za aplikacijo DSS, na tem mestu je podan samo kratek pregled:

1. **Moje poročanje**: v tem sklopu uporabnik poroča o stanju vodovodnega sistema. Slika 17 prikazuje vstopno stran. Na izbiro imamo naslednje gumbe:
   1.1. Video predstavitev (prikazano je, kako se datoteke izpolni in pošlje v aplikacijo DSS).
   1.2. Priročnik (podrobna navodila, kako se izpolni preglednice in katere informacije ter podatki morajo biti obvezno vnešeni, da lahko aplikacija DSS deluje).
   1.3. Vzorčni primeri že izpolnjenih tabel (kot dodatna pomoč).
   1.4. Pošiljanje uporabnikovih izpolnjenih preglednic. Uporabnik ima več različnih možnosti za vnos pripravljenih preglednic. Možnosti vnosa podatkov so tri (vrstično poročanje, vnos Excelove datoteke in Kopiraj – Prilepi možnost iz Excelove datoteke v pripravljeno okno).

Uporabnik pošlje izpolnjene preglednice v nekaj korakih:

1. Izberite tip preglednice.
2. Izbrati podatke iz diska ali skopirati izbrano preglednico iz Excela v pripravljeno okno.
3. Potrditi, da se strinjate z poslanimi podatki.
4. Pritisniti gumb ‘Insert into database’, ki se nahaja pod preglednico Predogled (Preview).

Aplikacija WATERLOSS DSS ima zelo enostaven sistem vnosa podatkov, ki je prijazen uporabniku.

2. **Status poročanja** prikazuje, kateri uporabniki so že poročali. Razvidno je tudi število vseh poslanih preglednic, za katera leta so poročali in kakšen je status poslanih preglednic. Ko se uporabnik naslednjič prijavi v aplikacijo DSS, lahko preveri, kakšen je status poslanih preglednic. V primeru nejasnosti so dodatna pojasnila v Priročniku za aplikacijo DSS.

3. **Iskanje odvisnih spremenljivk.** Aplikacija DSS ima vgrajen tudi sistem za iskanje. V primeru, da uporabnik želi spremljati nov PI, ki še ni bil spremljan, mora vedeti, katere spremenljivke je potrebno meriti. Uporabnik izbere željen PI in aplikacija DSS vrne spisek odvisnih spremenljivk, katere je potrebno meriti, če želimo izračunati iskani PI.

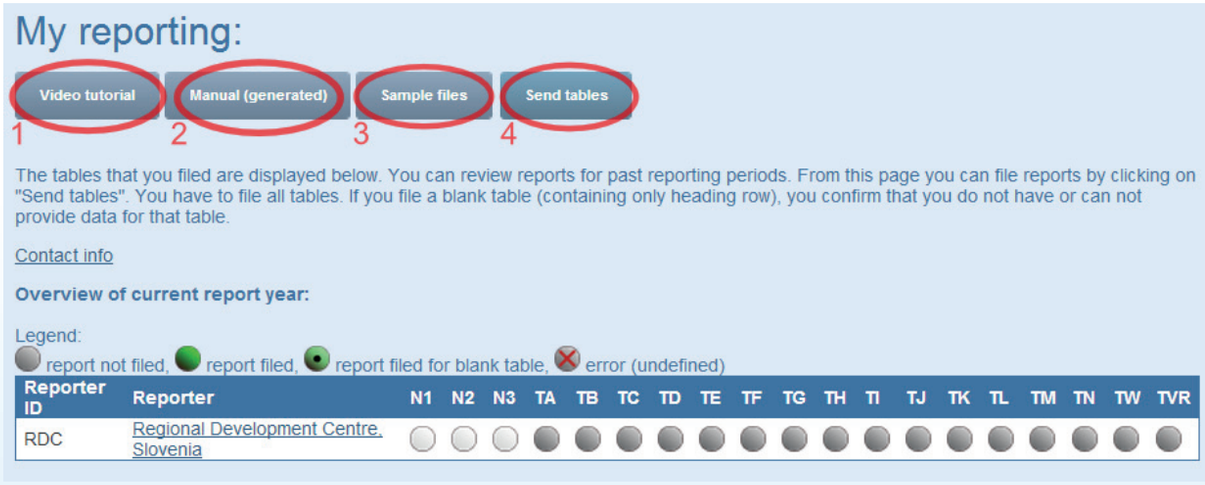
……

4. **Kazalniki učinkovitosti (PI).** To je podatkovna zbirka, ki ima zbrane vse PI, ki jih je možno izračunati iz poročanih spremenljivk za poročani vodovodni sistem. Možno je sortiranje podatkov preko različnih kriterijev in tudi izvoz rezultatov v Excelovo datoteko.

5. **Ocena sistema.** Funkcija primerja posamezne indikatorje uporabnika z drugimi vodovodnimi sistemi v bazi (stolpec “My position”). Možno je tudi iskanje preko filtrov.

6. **IWA preglednice.** To je podatkovna zbirka, ki ima zbrane vse izmerjene in poročane spremenljivke o vseh vodovodnih sistemih, za katere se je poročalo. Možno je sortiranje podatkov preko različnih kriterijev in prav tako izvoz rezultatov v Excelovo datoteko.

7. **Preglednice PI.** To so podatkovne zbirka, ki imajo zbrane vse izračunane PI za vodovodne sisteme za vsa leta, za katere so poročali. Možno je sortiranje podatkov preko različnih kriterijev in izvoz rezultatov v Excelovo datoteko.



Slika 17: Vstopna stran za sklop vsebin »Moje poročanje« (WATERLOSS DSS, 2013)

Ukrepi za zmanjševanje neprodane vode

Splošno

Neprodana voda je pereča problematika pri upravljanju vodovodnih sistemov. Pristop k izbiri ukrepov za zmanjševanje neprodane vode je odvisen od znanja, izkušenosti in finančnih omejitev, ki so specifični za vsakega upravljavca vodovodnih sistemov posebej. Vsak upravljavec vodnega sistema bi moral težiti k zmanjšanju neprodane vode, saj s tem:

1. Pridobi večjo varnost in zanesljivost obratovanja vodovodnega sistema.
2. Ohranja vrednost infrastrukture vodovodnega sistema.
3. Zmanjša stroške obratovanja vodovodnega sistema.
4. Zagotavlja obratovalno sposobnost vodovodnega sistema.

Če dosežemo zmanjšanje neprodane vode, to vpliva pozitivno na:

1. Povečevanje razpoložljivih kapacitet vodovodnega sistema.
2. Zmanjšanje stroškov investicij v dodatne vodne vire.
3. Manjše tveganje za zdravje ljudi zaradi morebitnega vpliva na zdravstveno ustreznost in skladnost vode.
4. Nižje stroške človeških in materialnih virov zaradi nenadnih in pogostih intervencijskih posegov, ob pogoju, da je zmanjševanje vodnih izgub povezano tudi s skrbno načrtovano obnovo vodovodnega omrežja.
5. Trajnostno gospodarjenje z vodnimi viri in s komunalno infrastrukturo.

Glede na naravne danosti v Sloveniji se premalo zavedamo pomena ekonomskega vidika neprodane vode ter premalo razvijamo in medsebojno sodelujemo na področju dobrega upravljanja in gospodarjenja z vodami. Potrebno bi bilo premostiti vrzel med znanstveno skupnostjo, ki razvija nove pristope in tehnologijo ter končnimi uporabniki, ki so pogosto administratorji in upravitelji ter imajo omejen stik z naprednimi idejami in orodji za zmanjšanje deleža neprodane vode.

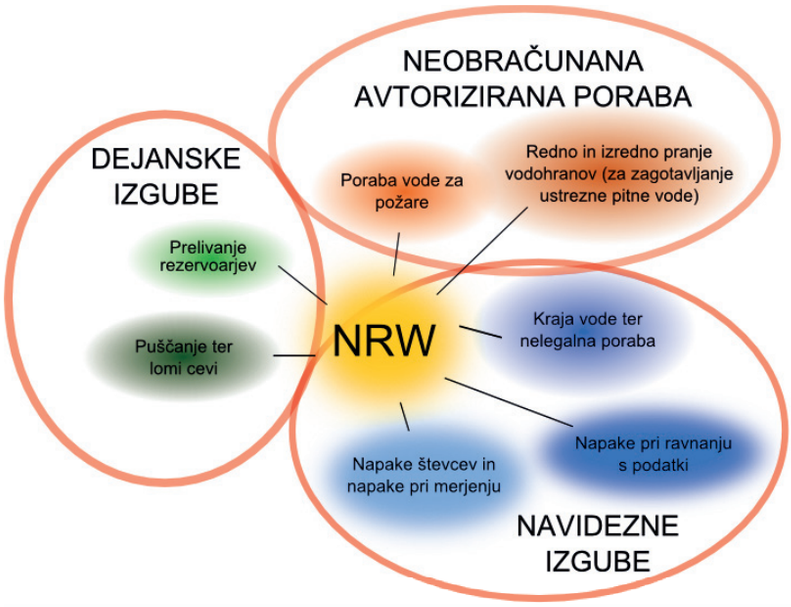
Delitev ukrepov v skupine

Prva delitev za identifikacijo ukrepov za zmanjšanje neprodane vode je glede na komponente neprodane vode in se glede na to deli na (Slika 18):

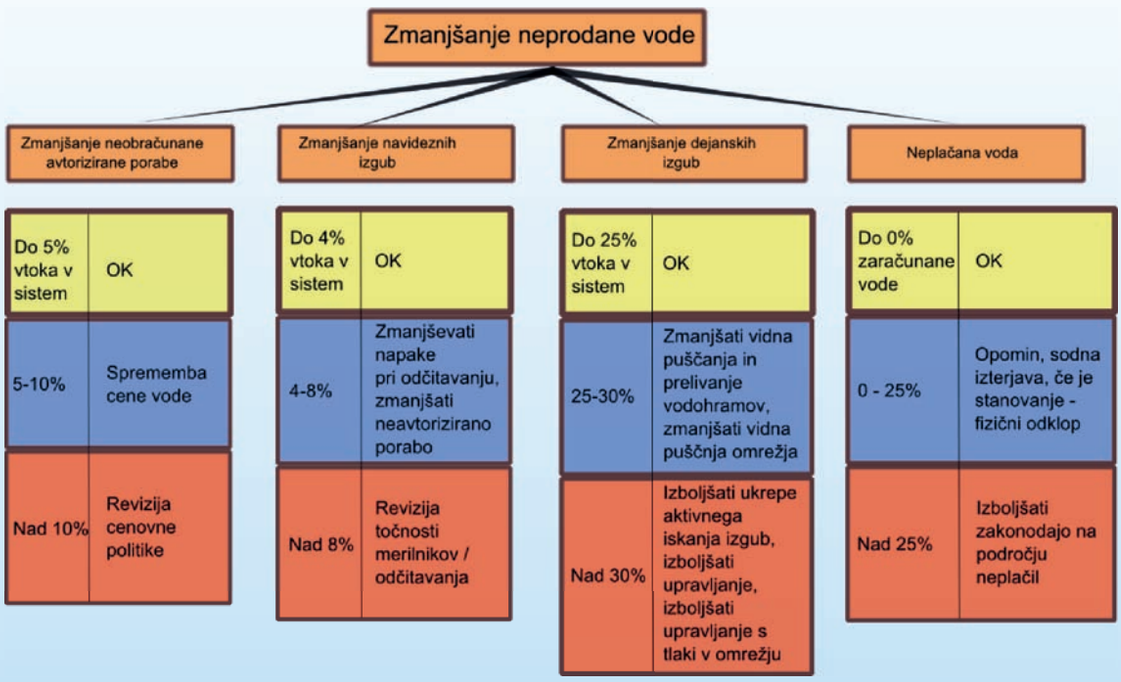
1. Neobračunano avtorizirana poraba (hidranti, zalivanje zelenic ipd.).
2. Navidezne izgube (kraja vode, nepravilnosti pri odčitavanju števcev, nepravilno delovanje števcev, računalniške napake ipd.).
3. Dejanske izgube (puščanje na cevih in priključkih, puščanje rezervoarjev, prelivanje iz rezervoarjev ali tlačnih regulatorjev, puščanje za hišnimi priključki ipd.).

Možen velikostni razred zmanjšanja neprodane vode je odvisen od tega v kateri komponenti neprodane vode imamo največji delež vodnih izgub (Slika 19). Če želimo zmanjšati delež neprodane vode na področju neobračunane avtorizirane porabe, je pa ena izmed možnosti, da se to doseže s spremembo cenika za

pitno vodo in vpeljavo obračuna vode za tiste vrste obračunane avtorizirane porabe za katero je to izvedljivo (npr. pitniki). Če pa želimo zmanjšati delež neprodane vode na področju dejanskih izgub vode, pa to pomeni običajno veliko večji finančni vložek, ker to pomeni med drugim tudi dodatno izobraževanje kadra, pripravo projektov in izvedbo projektov za zmanjšanje dejanskih izgub vode.



Slika 18: Delitev neprodane vode



Slika 19: Primer delovne sheme: Področja, kjer je možno zmanjšati delež neprodane vode

Skupine ukrepov se potem delijo še na podkomponente posameznih komponent neprodane vode (Slika 20). Naslednja stopnja pod podkomponentami so skupine strateških ukrepov, ki so zapisani v oklepajih poleg navedenih podkomponent:

1. Neobračunana avtorizirana poraba.
   1.1. Neobračunana nemerjena poraba (prehod na neobračunano merjeno porabo)
   1.2. Oboje, neobračunana nemerjena in neobračunana merjena poraba (preučiti potrebo po tej kategoriji in zmanjševanje potrebe).

2. Navidezne izgube
   2.1. Nepooblaščena poraba (uvedba strožjih kazni za dokazano tatvino vode ipd).
   2.2. Netočnosti pri merjenju vodnih izgub (vrednotenje premalo izmerjenih volumnov in določitev področij, kjer so največje možnosti za njihov pojav ipd.).

3. Dejanske izgube
   3.1. Aktivno iskanje izgub (implementacija trajnih metod/sistemov za aktivno iskanje izgub in njihovo odkrivanje ipd).
   3.2. Hitrost in kvaliteta popravil (izboljšava kvalitete popravil, izboljšava hitrosti popravil,…).
   3.3. Upravljanje s tlaki (predhodna izvedba analize tlakov v sistemu, zmanjšati tlake v sistemu ipd.).
   3.4. Delovanje in vzdrževanje (zamenjava dotrajanih cevi, izboljšanje zaščite in obnove cevi ipd.).

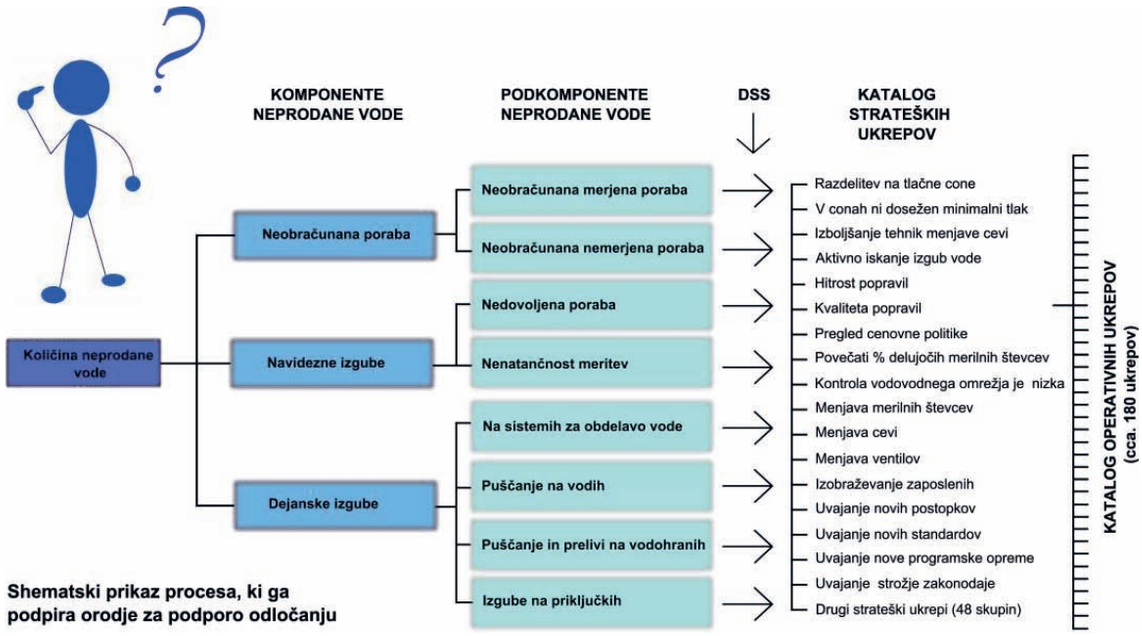
4. Splošni ukrepi za vse komponente
   4.1. Izboljšati znanje o vodnih izgubah ter izboljšati natančnost merjenja le-teh (dodatna izobraževanja, izboljšanje meritev,…).
   4.2. Izboljšati organizacijo dela na področju neprodane vode (uvedba standardov in procedur, izobraževanje kadra ipd.).
   4.3. Ekonomska ocena razpoložljivosti vira (pregled cenovne politike).
   4.4. Izvedba analize za primerjavo glede na druge ponudnike iste storitve ali primerjavo z drugimi glede na referenčne indikatorje (revidiranje, mreženje).
   4.5. Zmanjšati porabo vode s strani uporabnikov (izvedba ukrepov za zmanjšanje porabe vode s strani uporabnikov).

5. Specifični ukrepi za posamezno državo
   5.1. Neplačani računi za vodo (zmanjšanje števila neplačanih računov).

V naslednjem koraku se ukrepi ločijo na strateške in operativne ukrepe. Operativni ukrepi so še bolj natančno razdelana skupina ukrepov, en operativni ukrep pa lahko pripada tudi več strateškim ukrepom, kar sicer ni pogosto. (Slika 20). V podatkovni zbirki WATERLOSS DSS je 37 strateških kategorij ukrepov in cca. 180 prepoznanih operativnih ukrepov. Od tega aplikcija WATERLOSS DSS uporablja 140 operativnih ukrepov, ki so združeni v 37 skupin strateških ukrepov.

Aplikacija WATERLOSS DSS na podlagi vnesenih meritev in uporabnikovih želja izbere in izpiše najbolj primerne ukrepe glede na tisti scenarij, ki ga je uporabnik izbral. Aplikacija omogoča tudi simulacijo različnih scenarijev in subjektivno ocenjeni izbor prioritetnih strateških ukrepov, tako da lahko uporabnik najde najbolj ustrezno rešitev za svoj problem tudi z neposrednim pregledovanjem možnih ukrepov po celotni strukturi ukrepov.

……..



Slika 20: Sistematizacija komponent neprodane vode in nadaljnja delitev

Vrednotenje operativnih ukrepov glede na izbrane parametre

Vsi operativni ukrepi za zmanjšanje neprodane vode so kvalitativno ocenjeni s številom zvezdic od 1 do 5 glede na nabor kriterijev, ki smo jih določili v okviru projekta WATERLOSS. Ugotovili smo, da so naslednji kriteriji ključnega pomena, ko se odločamo o vrsti ukrepa,

1. Pomembnost ukrepa - kako učinkovit je ukrep za zmanjševanje neprodane vode – 1 zvezdica: prihrani se majhna količina vode, 5 zvezdic: prihrani se velika količina vode.
2. časovni okvir ukrepa - kako hitro je možno izvesti ukrep – 1 zvezdica: čas > 2 leti, 5 zvezdic: 1 teden ≥ čas.
3. trajanje učinkov ukrepa - koliko časa traja učinek izvedenega ukrepa za zmanjševanje neprodane vode – 1 zvezdica: 1 teden ≥ čas, 5 zvezdic: čas > 2 leti.
4. organizacijska zahtevnost ukrepa - kakšna je stopnja organizacijske zahtevnosti za izvedbo ukrepa – 1 zvezdica: zelo zahteven, 5 zvezdic: nezahteven.
5. tipologija ukrepa -. ali je gradbeni ali negradbeni ukrep – 1 zvezdica: pretežno gradbeni ukrep, 5 zvezdic: pretežno negradbeni ukrep)
6. stroškovna učinkovitost ukrepa - kakšno je razmerje med stroškom ukrepa in njegovo učinkovitostjo – 1 zvezdica: visoka cena, majhna učinkovitost, 5 zvezdic: nizka cena, velika učinkovitost.

		Importance	Timeframe	Duration	Organizational complexity	Non constructive	Cost efficiency
	401 - Izboljšanje natančnosti števcev, ki so namenjeni prodaji na veliko						
DH-MA01	Kontrola izmerjenih volumnov s sekundarnim testnim merjenjem	*****	****	****	****	***	****
RM-04	Kalibracija števcev, odpravljanje nepravilnosti na števcih, starost števcev	*****	****	****	****	***	****

Slika 21: Primer kvalitativne ocene okrepa pri operativnemu ukrepu – centralna evidenca podatkov o podzemni infrastrukturi (primer v Sloveniji: ZK-GJI) (WATERLOSS DSS, 2013).

.....

Pristop z uporabo kvalitativnega vrednotenja operativnih ukrepov je bil izbran zato, ker kvantitativno vrednotenje pogojeno s številnimi parametri, ki so specifični za določen vodovodni sistem, upravljalca, regijo oziroma državo. Poleg tega za vrednotenje po nekaterih kriterijih (npr. kriterij 6 – stroškovna učinkovitost ukrepov) obstaja izredno omejen nabor sistemsko zbranih podatkov, ki bi jih lahko uporabili za potrebe vrednotenja. To smo skušali preseči z dodatnim poročevalskim sistemom, ki je bil razvit v okviru projekta WATERLOSS – poročanje o učinkih izvedenih ukrepov.

Sistem za podporo odločanju, uporaba in rezultati

Uvod

Sistemi za podporo odločanju (ang. »decision support system« oziroma krajše DSS) so se pojavili že v 70. letih in se nato v 80. letih razvili in razširili, predvsem zaradi razširjenosti osebnih računalnikov. Njihova osnovna značilnost je, da preko komunikacije z uporabnikom poskušajo bolje izkoristiti njegove sposobnosti informacijskega okolja (učenje, sistematičen razvoj odločitev idr.). Vedeti je potrebno, da sistemi za podporo odločanju (DSS) ne obstajajo v obliki enovitih splošno namenskih aplikacij, ampak vsebujejo module za delo z bazami podatkov, za delo s preglednicami, za grafiko in statistiko. Na splošno so namenjeni reševanju slabše strukturiranih problemov, ki jih s samim razvojem in uporabo DSS ustrezno strukturiramo. Osnovne značilnosti so (Gradišar in Resinovič, 2001):

1. Ukvarjajo se z načrtovanjem prihodnosti organizacije.
2. Omogočajo naključna poizvedovanja po podatkih.
3. Generirajo sporočila, ki niso vnaprej enolično predvidena.
4. Odgovarjajo na vprašanja.
5. So prilagodljivi.
6. Omogočajo hitro uporabo.
7. Ne dajejo količinsko obsežnih rezultatov.
8. Vhodne podatke čim hitreje črpajo večinoma iz informacijskega sistema.

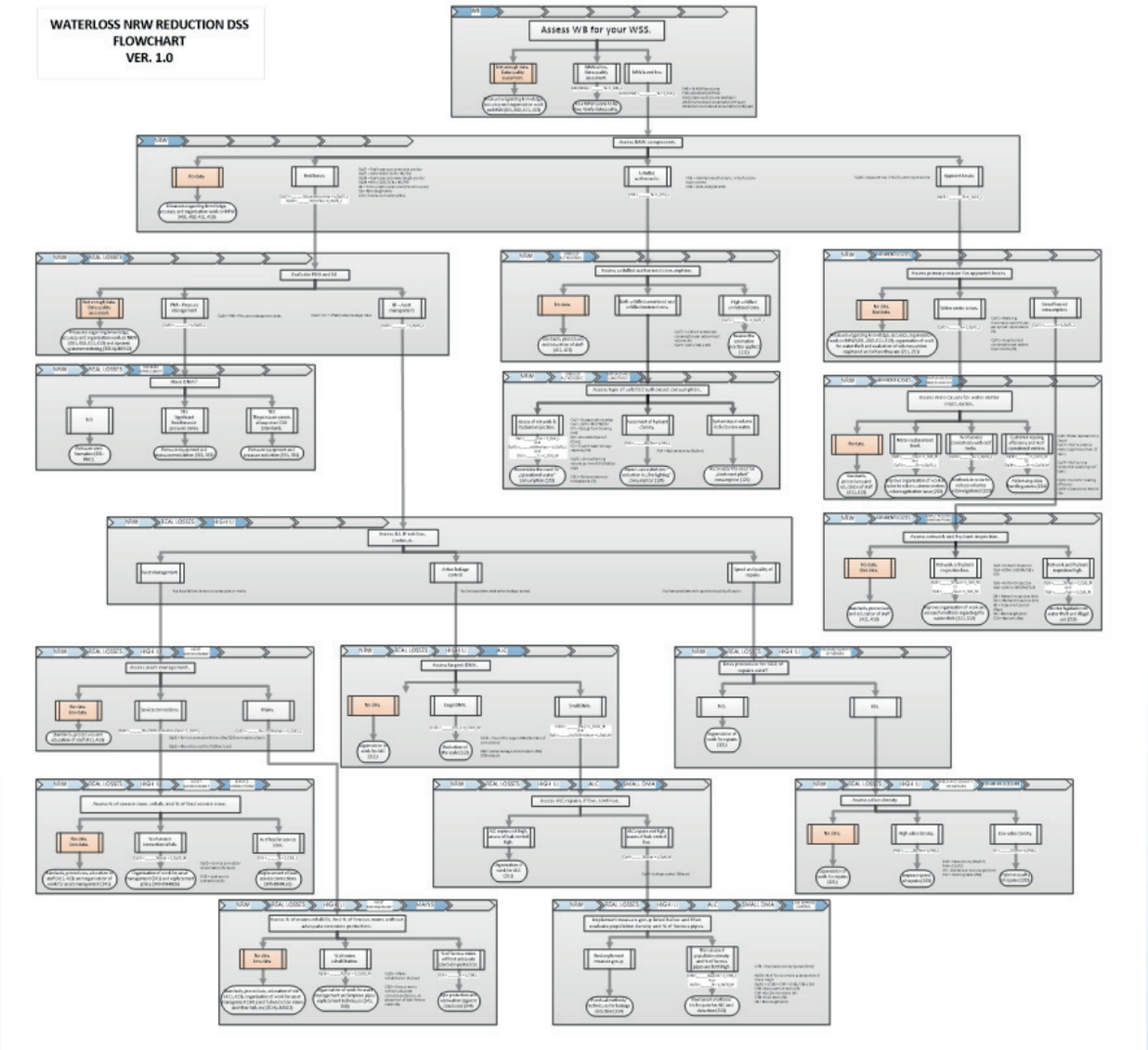
Aplikacija DSS je bila ciljno razvita tudi v okviru projekta WATERLOSS. Inovativen in kompleksen pristop k njenemu razvoju je omogočil, da je v aplikaciji DSS narejen en korak dalje v primerjavi s klasični aplikacijami, ki običajno izračunajo samo vodno bilanco in definirajo področja in količino neprodane vode. Aplikacija WATERLOSS DSS tako najprej naredi celotno analizo podatkov o vodovodnem sistemu. Potem glede na predopredeljene mejne vrednosti za indikatorje, ponudi tudi spisek najbolj primernih ukrepov, ki so usmerjeni v zmanjšanje izgub vode. Aplikacija WATERLOSS DSS ima tudi razvit sistem učenja preko modula za poročanje povratnih informacij o izvedenih ukrepih. Eden izmed ciljev je, da bi uporabniki nazaj v sistem vrnili povratno informacijo o izvedenem ukrepu, o ceni in učinku ter s tem omogočili pretok znanja in izkušenj s preostalimi uporabniki.

Odločitveno drevo WATERLOSS DSS in Bayesova pogojna verjetnost

Pri bolj kompleksnih problemih, ki vključujejo tudi zaporedno odločanje, je potrebno uporabiti dodatno orodje za vzpostavitev preglednosti nad kompleksnim modelom sistema. Odločitveno drevo nudi možnost povezovanja grafičnega in analitičnega pristopa. Analitični pristop naj bi ob predpostavki polni razvitosti DSS in polni razpoložljivosti podatkov slonel na Bayesovem teoremu, s katerim bi odločitveno shemo vnesel tudi vse elemente pogojne verjetnosti in testiranja verjetnostnih hipotez. V trenutni fazi za razvoj takšnega sistema nismo razpolagali z ustreznimi podatki, je pa zasnova sistema narejena na način, ki bo kasneje omogočal nadgradnjo v tej smeri.. Slika 22 prikazuje poenostavljeno DSS drevo z osnovnimi komponentami, ki vodijo uporabnika do izbora strateške skupine ukrepov za zmanjšanje neprodane vode.

……

Prednost odločitvenih dreves je v tem, da z njimi lahko enostavno predstavljamo in analiziramo različne stopnje v procesu odločanja.



Slika 22: Shematični prikaz odločitvenega drevesa za aplikacijo WATERLOSS DSS

Analitični del odločitvenega drevesa se naslanja na Bayesovo pogojno verjetnost. Ta teorem predstavlja temeljni zakon procesa logičnega sklepanja, na podlagi določitve, kakšne sklepe glede verjetnostne hipoteze (H) lahko povzamemo iz določenega polja dogodkov (I) na podlagi vseh relevantnih dokazov (E) ter s kakšno mejo zaupanja lahko to storimo. Bayesov teorem namreč podaja pravilo za osvežitev verjetnosti v hipotezi H (npr. verjetnost dogodka H), če ji dodamo dodaten dokaz E vezan na informacijo (vsebino) I:

.....

$$P(H|E,I) = \frac{P(H|I) \cdot P(E|H,I)}{P(E|I)} \qquad \text{(Bayesovo pravilo)}$$

Levo stran enačbe, P(H|E,I), imenujemo posteriorna verjetnost, in ta podaja verjetnost hipoteze H po tem, ko upoštevamo dokaz E v kontekstu I. Izraz p(H|I) predstavlja le predhodno verjetnost hipoteze H znotraj konteksta I samega, t.j. verjetnost v H preden obravnavamo dokaz E. Izraz P(E|H,I) imenujemo verjetnost, ki podaja verjetnost dokaza ob predpostavki hipoteze H in dodatne informacije I za katero predpostavljamo, da je resnična. Zadnji izraz, 1/P(E|I), je neodvisen od H, in ga lahko obravnavamo kot normalizacijsko oziroma sorazmerno konstanto. Informacija I predstavlja kombinacijo (najmanj) vseh ostalih izjav relevantnih za določitev p(H|I) in p(E|I) (Lee, 1997).
Potrebno je opozoriti na to, da so vse te verjetnosti pogojne – določajo namreč stopnjo našega zaupanja v nekatere trditve ob predpostavki, da so nekatere druge predpostavke resnične. S tem zahtevamo, da pogojne verjetnosti vsebujejo, vsaj implicitno, vse informacije, ki smo jih uporabili za določanje verjetnosti pogojnih verjetnosti. Če tega ne storimo, postanejo verjetnostni izračuni pomanjkljivi, saj lahko potemtakem za katerikoli par izračunov dobimo različne rezultate. Torej je verjetnost odnos med pogojno hipotezo in informacijo, ki pogojno opredeljuje to hipotezo. Pri tem je brez pomena govoriti o točno določeni verjetnosti hipoteze, ne da bi pri tem podali tudi dokaza, na katerem je zasnovana ta verjetnost (Kaplan, 1998).

Odločitveno drevo, ki je prikazano na sliki 22 predstavlja osnovno strukturo sistema po kateri DSS usmerja uporabnika glede na stanje njegovega vodovodnega sistema. Analitični del se pa naslanja na koncept Bayesove pogojne verjetnosti. To pomeni, da gre v prvem krogu uporabnik po poti (scenariju), ki je najbolj pomembna in kot rezultat dobi nabor možnih ukrepov. V drugem krogu pregleda scenarij, ki je zanj sekundarnega pomeni in dobi drug nabor možnih ukrepov ali ukrepov, ki slonijo na ugotovitvi, da je osnovna hipoteza zanj izločena. Tako po potrebi izvede analizo in ovrednoti možne ukrepe (strateške, operativne) za dodatne scenarije oziroma odločitvene veje. Na koncu analiz se lahko prepozna zelo veliko možnih ukrepov. Po analizi nabora ukrepov je možno, da so se v določenih scenarijih določeni operativni ukrepi tudi ponavljali. Najbolj smiselno bi bilo narediti analizo izvedbe in financiranja za najbolj pogoste ukrepe ter se na podlagi le-te odločiti o vrstnem redu izvajanja ukrepov.

Uporaba WATERLOSS DSS - Vstop v aplikacijo in vnos podatkov

Spletna aplikacija WATERLOSS je dostopna na: http://www.vokas.si/waterloss. Slika 23 prikazuje vstopno okno aplikacije DSS.

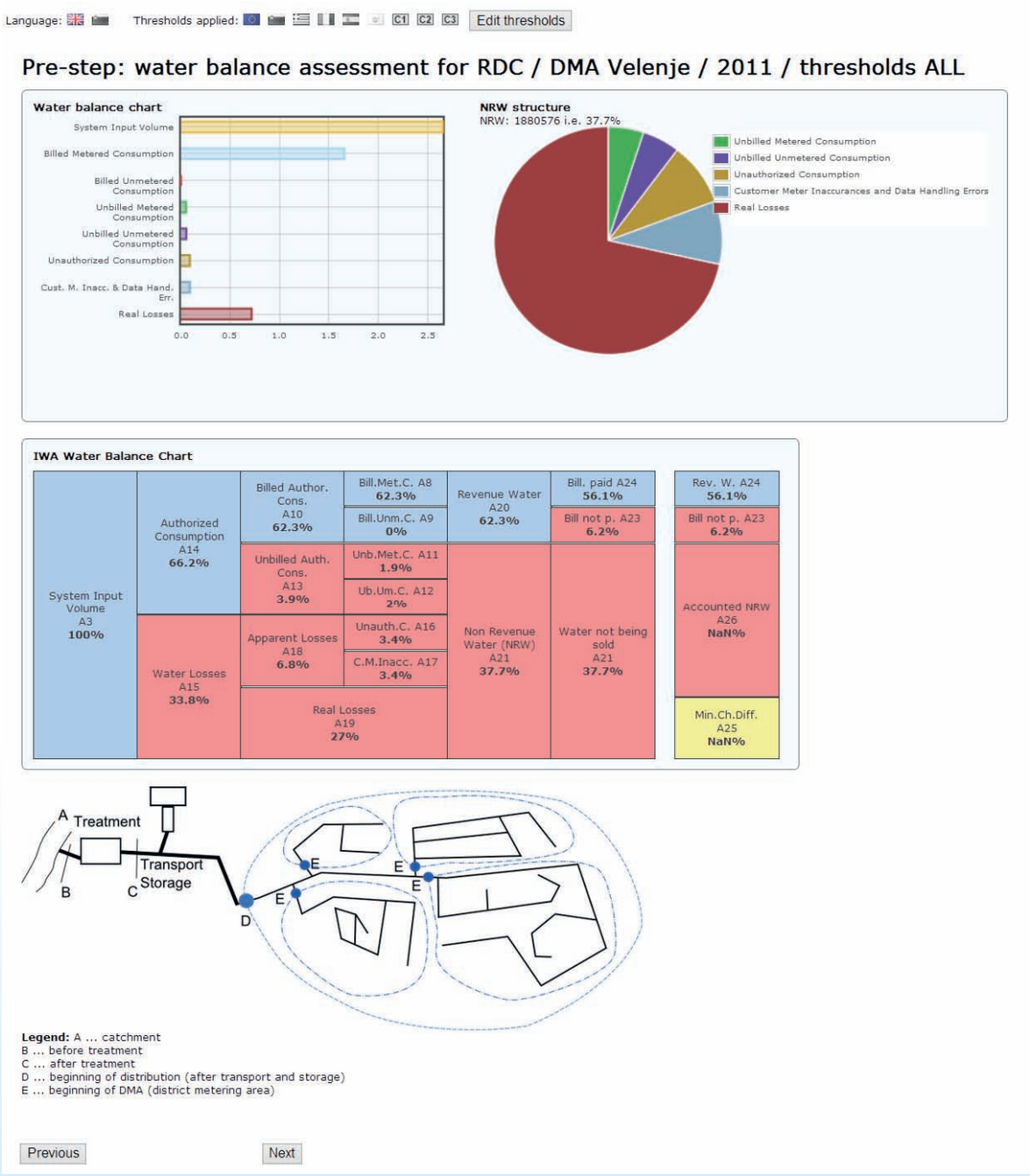


Slika 23: Vstopno okno aplikacije WATERLOSS DSS

Po kliku na gumb Login (“Prijavi se”), se nam odpre novo okno, kamor uporabnik vpiše svoje dodeljeno uporabniško ime in geslo. Nato se potrdi pravilnost vnesenih podatkov s klikom na gumb Login in nato vstopimo v aplikacijo DSS tako, da kliknemo na gumb WATERLOSS DSS platform. Prikaže se nam naslovno okno z vsemi funkcijami, ki so na razpolago v aplikaciji DSS.
Vnos podatkov za uporabnikov vodovodni sistem se izvede po navodilih, ki so podana v Priročniku za aplikacijo DSS v poglavju Opis sistema poročanja. Ko so podatki vneseni, je možna uporaba aplikacije DSS. Aplikacijo DSS lahko uporabljamo v slovenskem ali angleškem jeziku.

Uporaba aplikacije DSS

Prvi del aplikacije je splošen in enak za vse uporabnike. V prvem koraku uporabnik izbere ustrezni vodovodni sistem za katerega je že poročal vse parametre, ki so potrebni za njegovo vrednotenje.
Svojo izbiro sistema potrdi s klikom na gumb Next (“Naprej”), ki je desnem spodnjem kotu. V naslednjem oknu se prikažejo vneseni podatki za izbrani vodovodni sistem. Izbor podatkov potrdimo s klikom na gumb Next in odpre se nam okno, kjer je grafično prikazana analiza vodne bilance izbranega vodovodnega sistema (Slika 24), ki je ključnega pomena za izbor ustreznih ukrepov za zmanjšanje neprodane vode. Nadaljujemo s klikom na gumb Next.

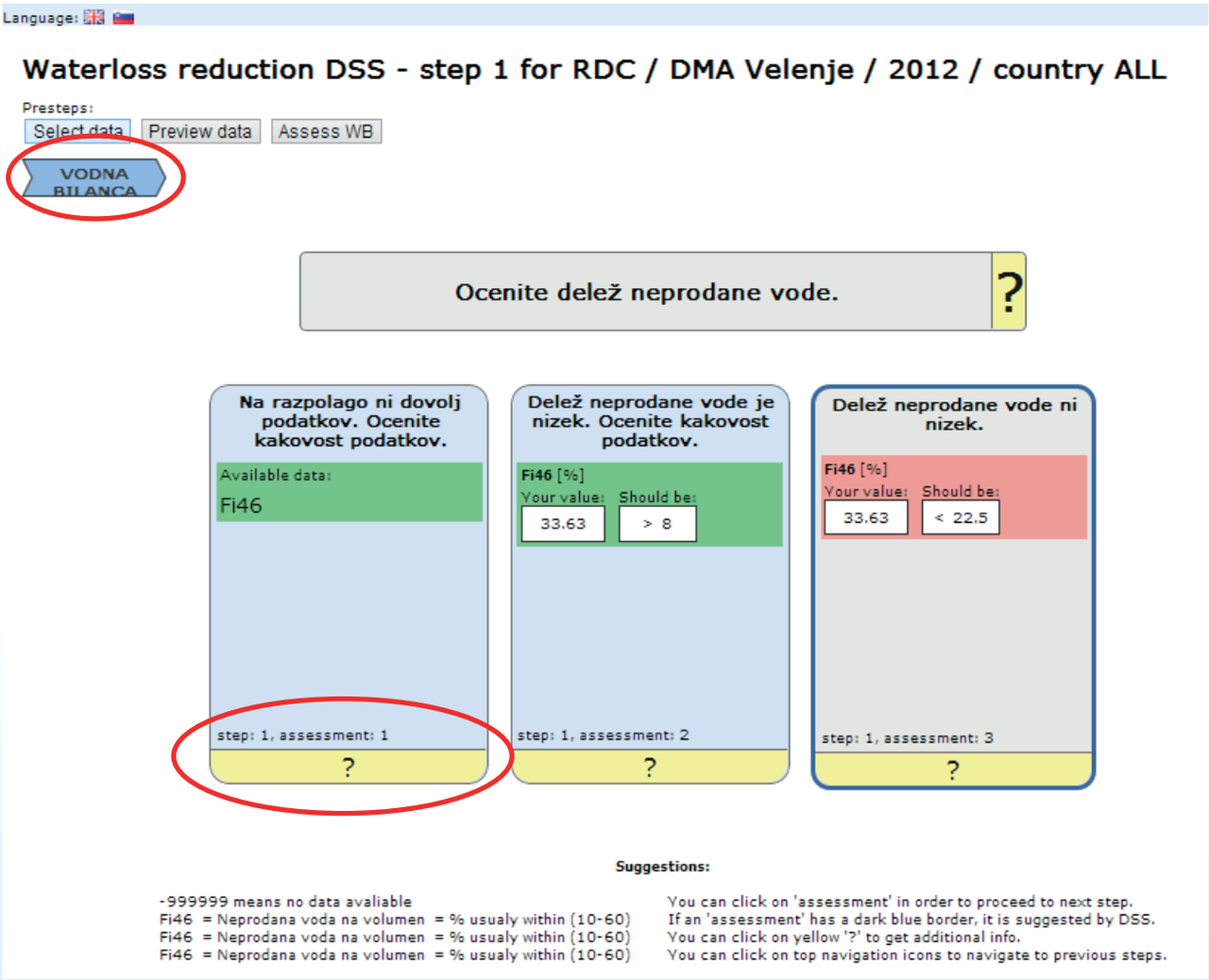


Slika 24: Analiza vodne bilance za izbrani vodovodni sistem (WATERLOSS DSS, 2013)

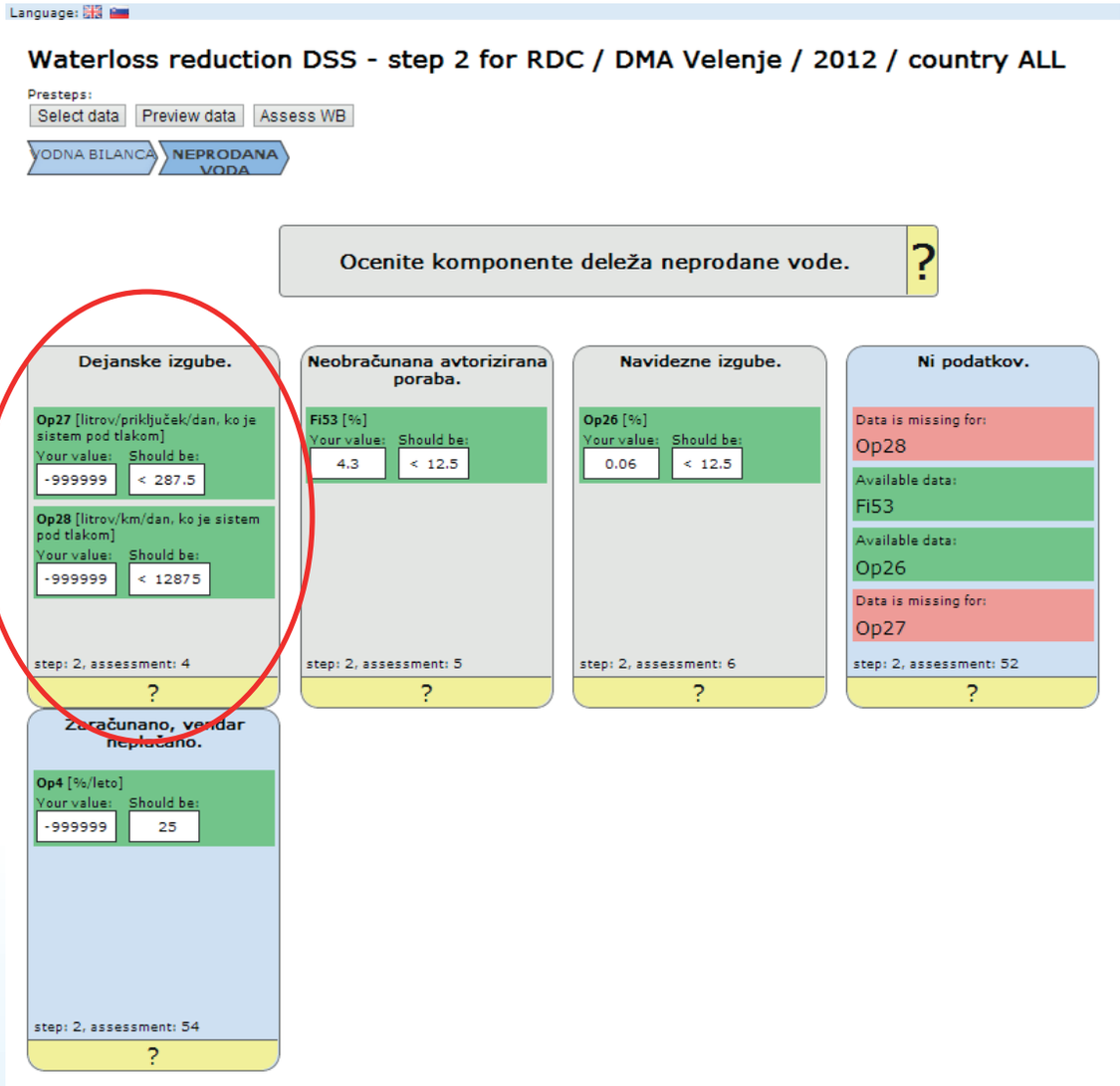
S potrditvijo vodne bilance uporabnik pristopi k neposredni uporabi sistema za podporo odločanju. V prvem koraku (step 1) uporabnik oceni svojo vodno bilanco (Slika 25). Aplikacija DSS predlaga glede na podane podatke okno »Delež neprodane vode ni nizek.«. To je prikazano tako, da je predlagano okno obkroženo s temno modro obrobo. Puščica, ki je rdeče obkrožena in ima napis VODNA BILANCA, prikazuje v katerem koraku izbiranja se nahajamo. Klik na rumeni trak z vprašajem vrne uporabniku povratne dodatne informacije predlaganem koraku. V drugem koraku je potrebno oceniti v kateri komponenti neprodane vode želimo zmanjšati delež izgub vode. Izbrana je možnost Dejanske izgube (Slika 26).

……

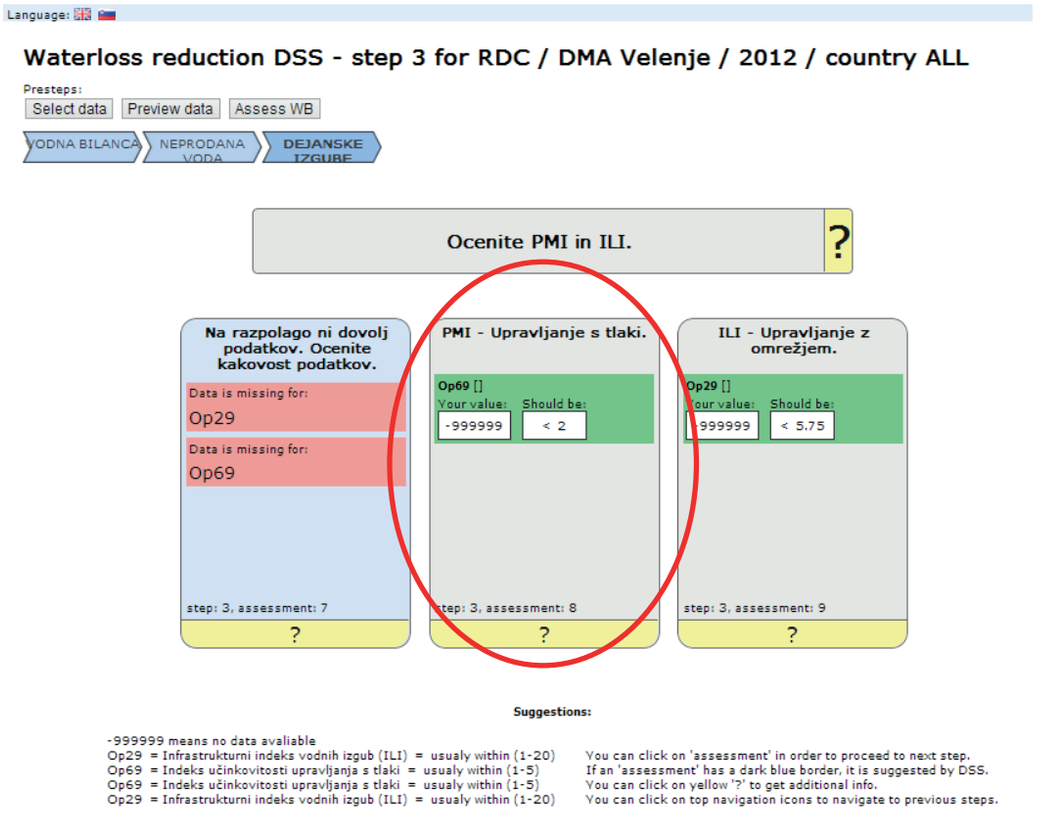
Aplikacija DSS svetuje, da se izvede ocena PMI (upravljanje s tlaki) in ILI (infrastrukturni indeks vodnih izgub). Izbrana je možnost PMI (Slika 27). Aplikacija DSS nadalje preveri, ali ima uporabnikov vodovodni sistem vzpostavljene ločene merilne cone za (DMAs) (Slika 28). V primeru, da uporabnik izbere možnost, da ni zadostnega pritiska v vseh conah, aplikacija DSS predlaga naslednji sklop ukrepov (Slika 29).



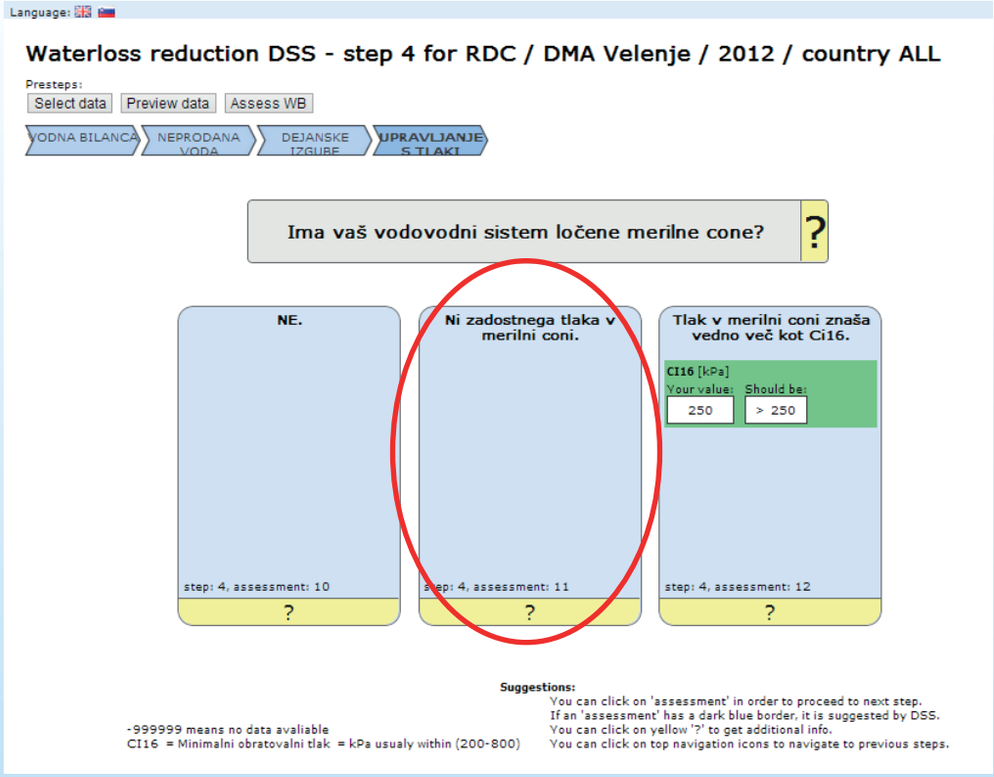
Slika 25: Ocena deleža neprodane vode (WATERLOSS DSS, 2013)



Slika 26: Komponente neprodane vode (WATERLOSS DSS,2013)

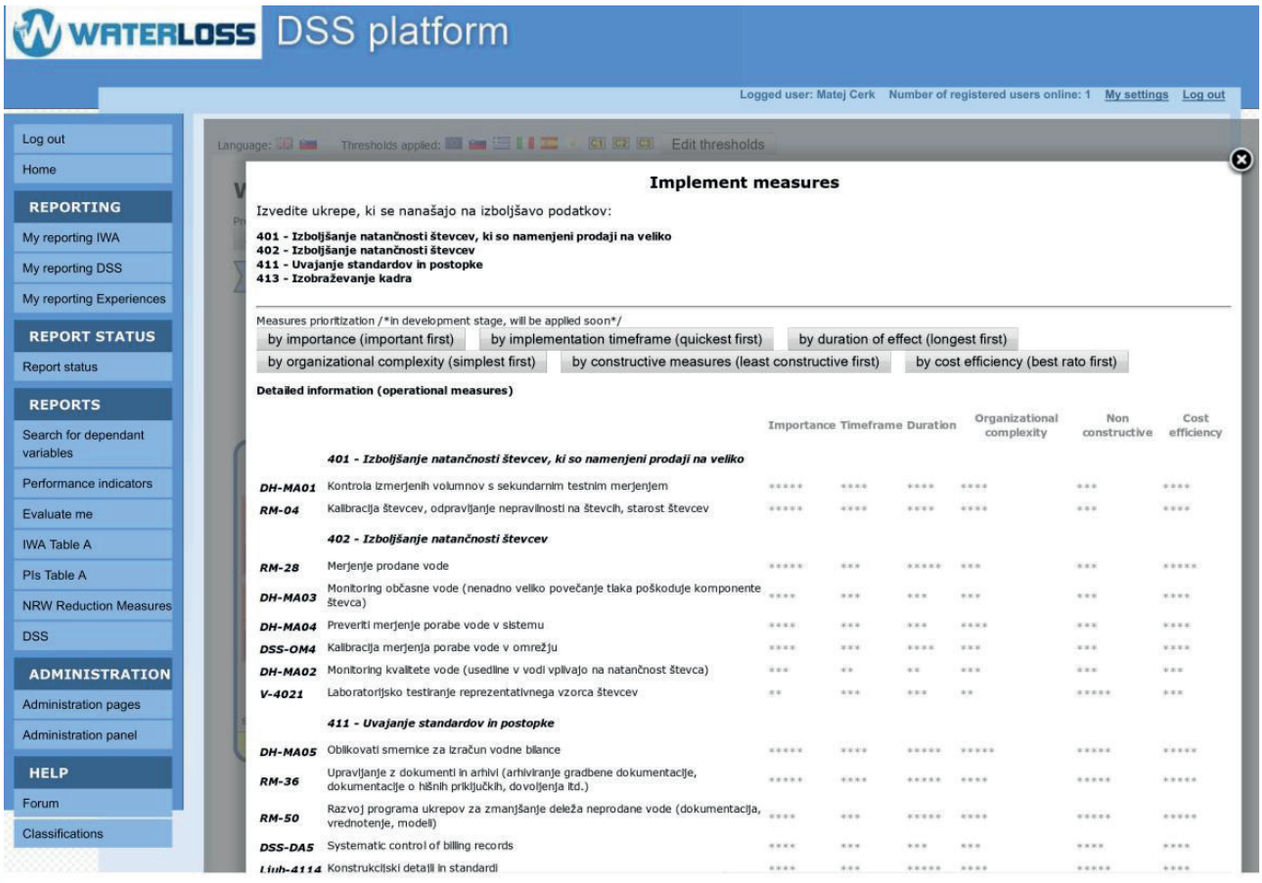


Slika 27: Ocena PMI in ILI (WATERLOSS DSS, 2013)



Slika 28: Ali ima vaš vodovodni sistem ločene merilne cone ? (WATERLOSS DSS, 2013)

.....



Slika 29: Končni predlagani ukrepi (WATERLOSS DSS, 2013)

V priročniku je prikazana ena izmed možnih variant uporabe hierarhične strukture WATERLOSS DSS. Če želi uporabnik najti tudi drugačno, primerljivo rešitev za zmanjšanje deleža neprodane vode, mora preizkusiti različne scenarije in nabrati nabor različnih možnih ukrepov. Aplikacija DSS omogoča tudi razvrščanje ukrepov glede na naslednje kriterije:

1. Pomembnost (kako učinkovit je ukrep za zmanjševanje neprodane vode).
2. Časovni okvir (kako hitro je možno izvesti ukrep).
3. Trajanje (koliko časa traja učinek izvedenega ukrepa za zmanjševanje neprodane vode).
4. Organizacijska zahtevnost (kakšna je stopnja organizacijske zahtevnosti).
5. Tipologijo posega (gradbeni ali negradbeni ukrep).
6. Stroškovna učinkovitost (kakšno je razmerje med ceno in učinkovitostjo).

Tako lahko uporabnik razporedi ukrepe glede na tisti kriterij, ki je zanj najbolj pomemben.

Zaključki

Ustrezen način obravnave neprodane vode v vodovodnih sistemih je pomemben element celovitega upravljanja s sistemi za oskrbo s pitno vodo. Analiza stanja neprodane vode v vodovodnih sistemih v Republiki Sloveniji kaže zaskrbljujoče stanje, ki zahteva drastične spremembe na področju gospodarjenja s pitno vodo. V okviru projekta WATERLOSS je bil uporabljen inovativen in hkrati praktičen pristop k temu problemu. Rezultat je aplikacija za podporo odločanju, ki podpira proces odločanja na področju upravljanja z neprodano vodo. in usmerja uporabnika k identifikaciji in izboru ukrepov za zmanjšanje neprodane vode. Sama aplikacija je je uporabniku prijazna in je v prvi vrsti namenjena upravljavcem vodovodnih sistemov, pa tudi vsem drugim deležnikom v sistemu upravljanja s sistemi oskrbe s pitno vodo, saj je učinkovito in uspešno upravljanje s sistemi rezultat skupnega napora tako upravljavcev, kot tudi lastnikov, države in konec koncev tudi običajnih uporabnikov.
Rezultati projekta so prilagojeni tudi slovenski zakonodaji , predvsem Uredbi o oskrbi s pitno vodo (Uradni list RS, št. 88/2012), ki predpisuje vrste nalog, ki jih mora izpolnjevati upravljavec vodovodnega sistema. Med bolj izpostavljene naloge spada tudi dolžnost, da mora upravljavec vodovodnega sistema v vodni bilanci spremljati in evidentirati dejanske vodne izgube in pripraviti program zmanjšanja izgub vode iz vodovodnega sistema, ki je sestavni del programa oskrbe s pitno vodo.

Z aplikacijo WATERLOSS DSS so osnove za pripravo programa zmanjšanja izgub vode zbrane v enem okolju. Inovativen in kompleksen pristop k njenemu razvoju je omogočil, da se je tudi razvil tudi sistem samostojnega učenja preko modula za poročanje povratnih informacij o izvedenih ukrepih, kar je morda največji doprinos k uporabnosti aplikacije DSS, ki se bo izkazala seveda šele s tem, da jo bodo uporabniki v čim večjem številu tudi uporabljali.

Tako tudi vse uporabnike vljudno prosimo, da v aplikacijo WATERLOSS DSS posredujejo čim več povratnih informacijo o izvedenem ukrepu za zmanjšanje količin neprodane vode, o strošku ukrepa in učinku ter s tem omogočijo pretok znanja in izkušenj s preostalimi uporabniki ter samo nadgradnjo sistema s katero bomo v okviru možnosti skušali orodje čim bolj približati potrebam uporabnikov.

.....

Literatura

Alegre, H., Baptista, M.J., Cabrera, J..E., Cubillo, F., Duarte, P., Hirner, W., Merkel, W. and Parena, R. 2006. Performance Indicators for Water Supply Services, 2nd edition, London: IWA Publishing.

Banovec, P., Cerk, M. and Cilenšek, A. 2012. Analiza izgub vode iz vodovodnih sistemov v RS in orodja za optimizacijo ukrepov za njihovo zmanjšanje, Mišičev vodarski dan (Zbornik referatov), vol. 23. Mišičev vodarski dan, pp. 82-87.

Brilly, M., Grilc, V. and Gspan, M. 2009. Orodja za ocenjevanje učinkovitosti upravljanja s komunalno infrastrukturo (Program COST Action C18, 2004-2008)', Gradbeni vestnik.

Cerk, M., Banovec, P. and Cilenšek, A. 2011. Projekt Waterloss - razvoj orodja za podporo odločanju za izbor ukrepov s ciljem zmanjšanja izgub vode iz vodovodnih sistemov, Mišičev vodarski dan (Zbornik referatov), vol. 22.Mišičev vodarski dan, pp. 126-130.

Delgado, D. M. 2008. Infrastructure Leakage Index (ILI) as a Regulatory and Provider Tool, Arizona: Department of Civil Engineering & Engineering Mechanics.

EPA. 2009. CONTROL AND MITIGATION OF DRINKING WATER LOSSES IN DISTRIBUTION SYSTEMS, Washington: Office of Water.

European Parliament. 2000. Directive 2000/60/EC, Official Journal, vol. OJ L 327, no. 2000, pp. 1-72.

Gradišar, M. in Resinovič, G. 2001. Informatika v poslovnem okolju, 3rd edition, Ljubljana: Ekonomska fakulteta.

IWA. 2000. Best Practice Performance Indicators for Non-Rewenue Water and Water Losses Components: A Practical Approach.

IWA. 2003. Assessing Non-Rewenue Water and its Components: A Practical Approach.

Kaplan, S. 1998. On the Application of Risk and Decision Analysis of TRIZ, the Russian Theory of Inventive Problem-Solving, Santa Barbara, California.

Lee, P. 1997. Bayesian statistics: an introduction, New York, Toronto, London: Wie Wiley.

Liemberger, R. 2002. Do You Know How Misleading the Use of Wrong Performance Indicators can be?, Cyprus.

MED
http://www.programmemed.eu/ (Pridobljeno 15.1.2013)

……

MKO. 2012. Podatkovna zbirka IJSVO.

MOP. 2006. Operativni program oskrbe s pitno vodo.

Nova Gorica VO-KA. 2010. Načrt in ukrepi za zmanjševanje vodnih izgub v vodovodnem sistemu Mrzlek, Nova Gorica: MONG.

MKO
http://www.programmemed.eu/ (Pridobljeno 15.1.2013.)

Ofwat, EA in Defra. 2012. Calculation of the sustainable economic level of leakage and its integration with water resource planning, Birmingham.

Pate-Cornell, M. E. 1993. Subjective De-Biasing of Data Sets: A Bayesian Approach, New York.

Petelin, Š. 2008. Uporaba metode Benchmarking na področju komunalnih dejavnosti. Diplomska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Rudolph, K. 2009. Economic Aspects of Water Loss Reduction within Integrated Urban Water Management, Sofia.

Rudolph, K. U. 2008. Economic Aspects of Water Loss Reduction, Germany: UN Campus,Bonn.

Savić, B.M. 2010. GANeTXL: A DSS generator for multiobjective ooptimisation of spreadsheet-based models, Environmental Modelling & Software, vol. vol 26, pp. 551-561.

SOPAC
http://www.pacificwater.org (Pridobljeno 24.1.2013.)

Thornton, S.K. 2008. Water Loss Reduction.

Ur.l. 60/2006. 2006. Uredba o enotni metodologiji za pripravo in obravnavo investicijske dokumentacije na področju javnih financ, Vlada Republike Slovenije.

Ur.l.RS 8/2012. 2012. *Uredba o oskrbi s pitno vodo, V*lada Republike Slovenije.

Velenje
http://www.kp-velenje.si/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=38&Itemid=118 (Pridobljeno 5.1.2013)

Volk, L.v.D.N.S. 2010. How Can We Make Progress with Decision Support Systems in Landscape and River Basin Management? Lessons Learned from a comparative Analysis of Four Different Decision Support Systems, Environmental Management, pp. 834-849.

……

Deliverable: Component 3: “Monitoring of the performance of Water Supply Systems (WSSs) and evaluation of Non Revenue Water (NRW)” : Phase 3.1: “Overview of Water Supply Systems and performance assessment”
http://www.waterloss-project.eu/wp-content/uploads/2011/05/WATERLOSS_D3.1.1-D3.1.2_FINAL.pdf
(Pridobljeno 15.12.2012)

Deliverable: Component 3: “Monitoring of the performance of Water Supply Systems (WSSs) and evaluation of Non Revenue Water (NRW)” : Phase 3.2: “Establishment of an efficient performance indicator system”
http://www.waterloss-project.eu/wp-content/uploads/2011/05/WATERLOSS_D3.2.1-D3.2.2_FINAL.pdf
(Pridobljeno 20.12.2012)

Aplikacija WATERLOSS DSS
http://www.waterloss-project.eu/?page_id=574 (Pridobljeno 25.2.2013.)

Akronimi

CO – Komponenta projekta
DSS – Sistem za podporo odločanju (ang. »decision suport system«)
NRW – Neprodana voda (ang. »non-rewenu water«)
PI – Kazalnik učinkovitosti (ang. »performance indicator«)
PMI –Indeks učinkovitosti upravljanja s tlaki (ang. »Pressure Management Index«)
ILI – Infrastrukturni indeks vodnih izgub(ang. »Infrastructure Leakage Index«)
ALC – Aktivno iskanje vodnih izgub (ang. »Active Leakage Control«)
Benchmarking – Primerjalno vrednotenje učinkovitosti



Slika 30: Predstavniki partnerjev projekta WATERLOSS v Sloveniji na Bledu

Partnerji

Vodilni partner (PP1)		Aristotle University of Thessaloniki – AUTH, Thessaloniki, Grčija
PP2		Conseil Général des Pyrénées Orientales – PO, Perpignan, Francija
PP3		Water Board of Nicosia – WBN, Nicosia, Ciper
PP4		Regionalni center za razvoj – RDC, Slovenija
PP5		Metropolitan Area of Barcelona – AMB, Barcelona, Španija
PP6		Kozani Municipal Water & Sewerage Utility – DEYAK, Kozani, Grčija
PP7		Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano-Volturno – LG, Caserta, Italija
PP8		Univerza v Ljubljani – Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo – UL, Ljubljana, Slovenija
PP9		Department of Herault – DH, Montpelier, Francija

Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)
Project cofinanced by the European Regional Development Fund (ERDF)

