

TAKING  
COOPERATION  
FORWARD

## Gubici i učinkovitost u vodoopskrbnom sustavu

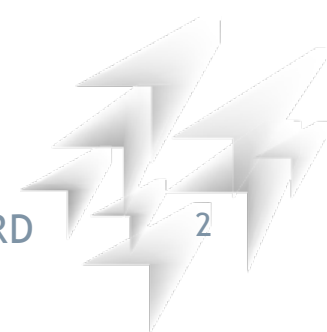
City Water Circles

📍 Split, lipanj, 2020..

💬 Gubici i učinkovitost u vodoopskrbnom sustavu

👤 Prof.dr.sc. Jure Margeta

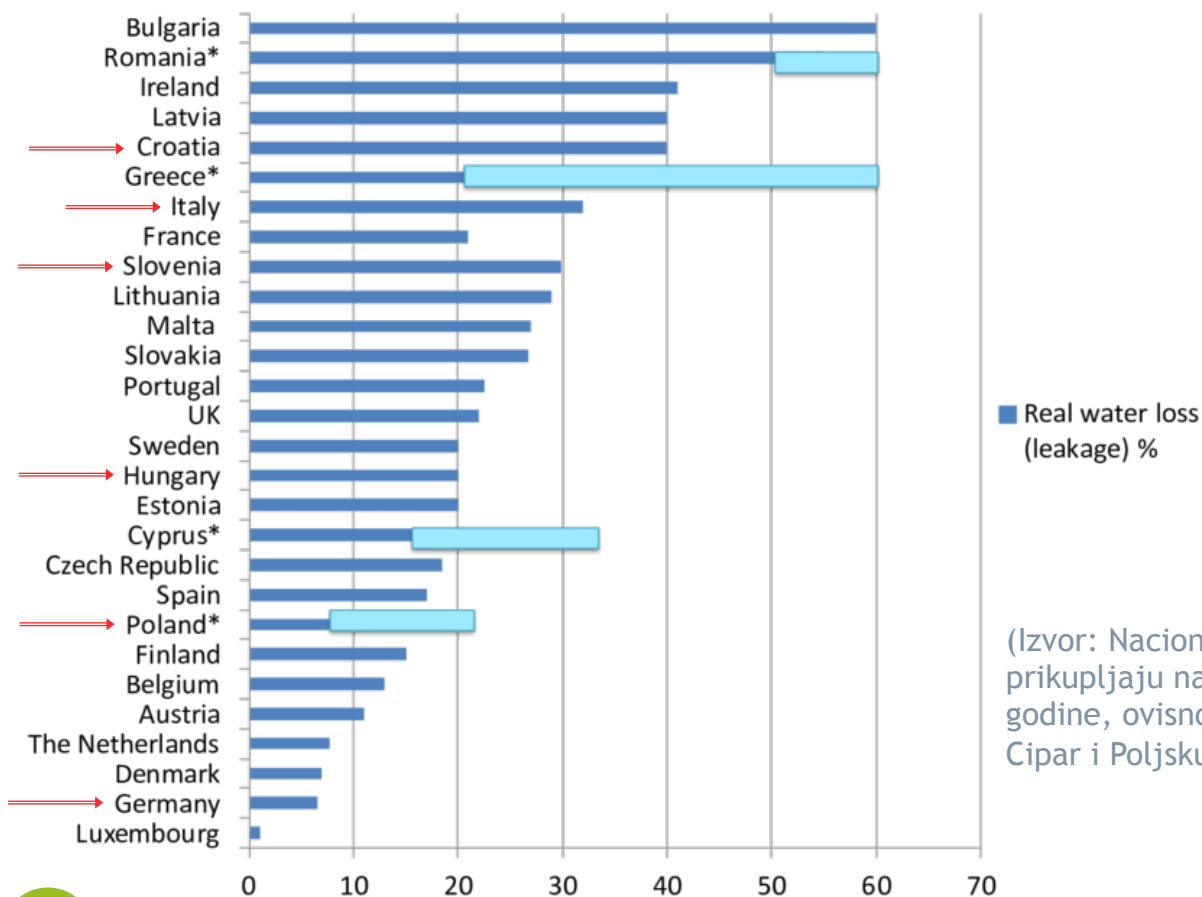
- Gubitak vode određuje se kao razlika između zahvaćene-ispumpane vode u sustav i obračunate
- Gubitak vode nastaje u svakom sustavu raspodjele vode tijekom njegovog cijelog radnog vijeka (životnog ciklusa)
- To izaziva ne samo dodatne troškove rada, već ima i negativne društvene i ekološke učinke
- Na globalnoj razini se gubi 25-50% sve distribuirane vode, ili se nikada ne obračuna naplatom zbog:
  - Istjecanja
  - Pogoršavanja stanja infrastrukture
  - Nepravilnog upravljanja tlakom vode u sustavu
  - Netočnih sustava naplate
  - Netočnog mjerenja
  - Nezakonitih priključaka i krađe



## Gubici vode u vodovodnim mrežama u EU (%) (kao prosjeci isporučenih količina)

Real water loss (leakage) %

Stvarni gubici (istjecanje/curenje) %



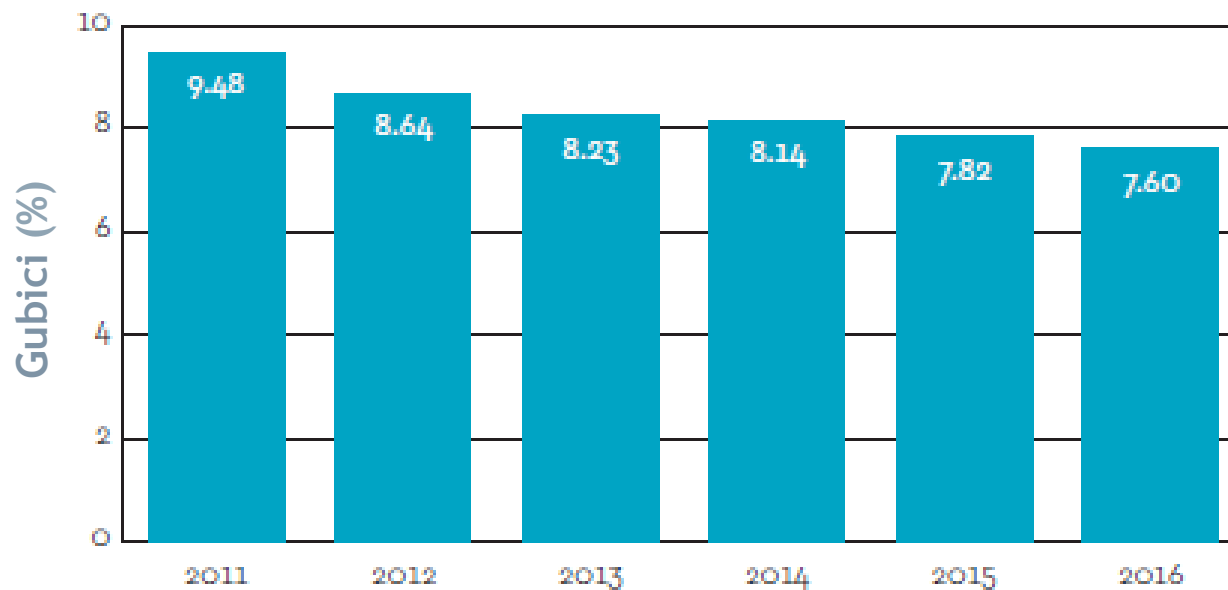
■ Real water loss (leakage) %

(Izvor: Nacionalni izvori - Podaci o zemljama, koji prikupljaju nacionalne podatke dostupne za različite godine, ovisno o dostupnosti, za Rumunjsku, Grčku, Cipar i Poljsku brojka pokazuje prosječni raspon\*)



## Gubici vode u Danskoj

### Nenaplaćena voda, 2011-2016\*



\*Jednostavni prosjek (%) temeljen na 52 tvrtke za pitku vodu koje su sudjelovale u DANVA Benchmarkingu u posljednjih 6 godina (Izvor: [https://www.danva.dk/media/4662/water-in-figures\\_2017.pdf](https://www.danva.dk/media/4662/water-in-figures_2017.pdf))



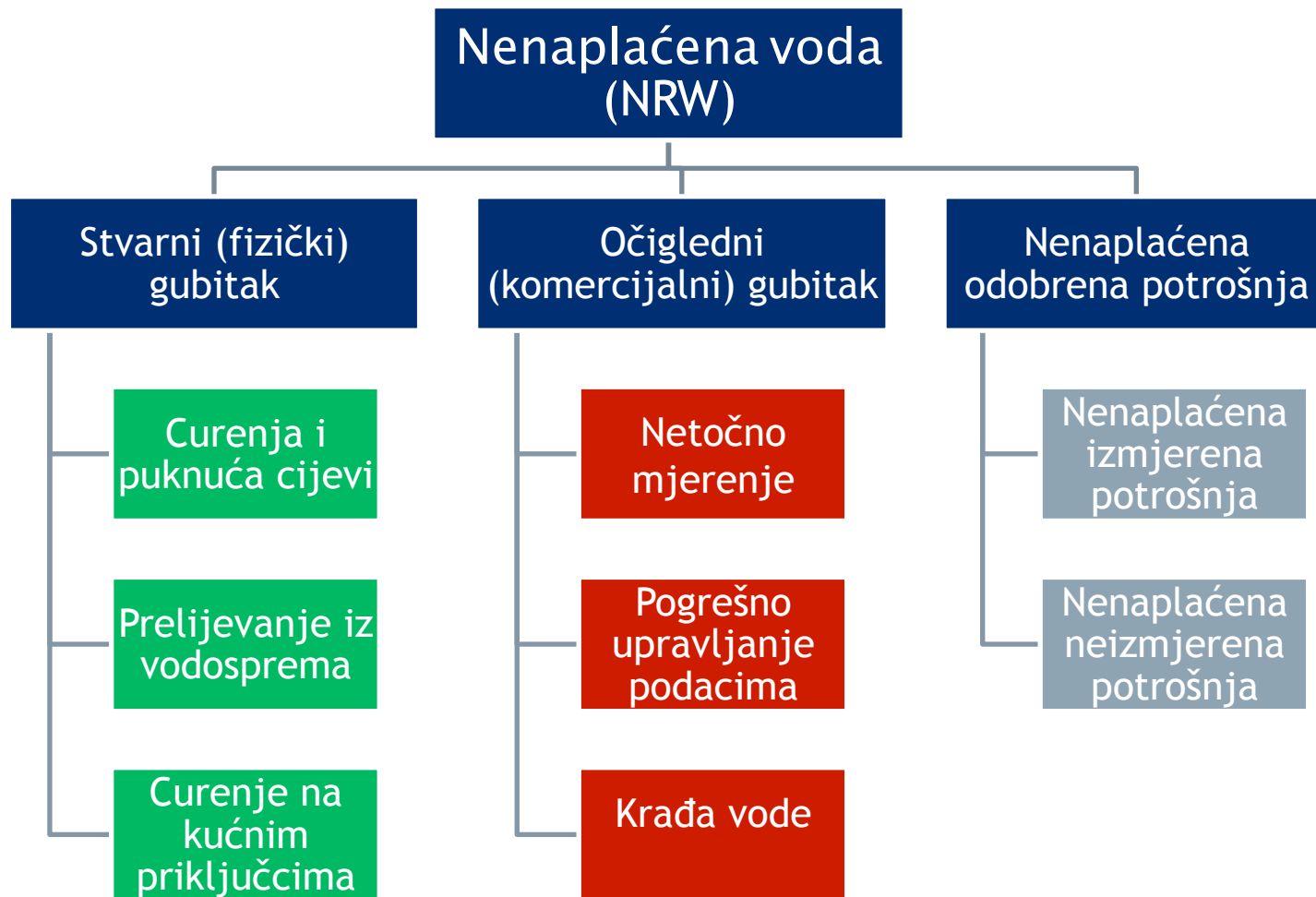
## Važnost smanjenja gubitka vode



- Ekološki aspekti
- Zdravstveni aspekti
- Ekonomski aspekti (prodaja vode, troškovi proizvodnje)
- Sigurnost opskrbe:  
(na primjer, otvor od 5 mm i tlak od 5 bara može uzrokovati 32.000 litara dnevnog gubitka vode, što odgovara dnevnoj potrošnji vode za piće 266 osoba pri prosječnoj potrošnji od 120 l / Stan \* dan)

**SMANJENJE GUBITAKA IMA ZA  
CILJ JAČANJE ODRŽIVOSTI  
ŽIVLJENJA I SIGURNOSTI  
OKOLIŠA.**





## Matrica za procjenu veličine fizičkih gubitaka

Tehničke performanse - značajke sustava		ILI - Indeks gubitaka	Litara/priključku/dan (kada je prosječni tlak u sustavu)				
			10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
Razvijene zemlje	<b>A</b>	<b>1 - 2</b>		<b>&lt; 50</b>	<b>&lt; 75</b>	<b>&lt; 100</b>	<b>&lt; 125</b>
	<b>B</b>	<b>2 - 4</b>		<b>50-100</b>	<b>75-150</b>	<b>100-200</b>	<b>125-250</b>
	<b>C</b>	<b>4 - 8</b>		<b>100-200</b>	<b>150-300</b>	<b>200-400</b>	<b>250-500</b>
	<b>D</b>	<b>&gt; 8</b>		<b>&gt; 200</b>	<b>&gt; 300</b>	<b>&gt; 400</b>	<b>&gt; 500</b>
Zemlje u razvoju	<b>A</b>	<b>1 - 4</b>	<b>&lt; 50</b>	<b>&lt; 100</b>	<b>&lt; 150</b>	<b>&lt; 200</b>	<b>&lt; 250</b>
	<b>B</b>	<b>4 - 8</b>	<b>50-100</b>	<b>100-200</b>	<b>150-300</b>	<b>200-400</b>	<b>250-500</b>
	<b>C</b>	<b>8 - 16</b>	<b>100-200</b>	<b>200-400</b>	<b>300-600</b>	<b>400-800</b>	<b>500-1000</b>
	<b>D</b>	<b>&gt; 16</b>	<b>&gt; 200</b>	<b>&gt; 400</b>	<b>&gt; 600</b>	<b>&gt; 800</b>	<b>&gt; 1000</b>

(Izvor: R. Liemberger and R. McKenzie, 2005)



Razlikujemo:

**ILI** - Infrastructure Leakage Indeks = Indeks gubitaka vode

**ELE** - Economic Level of Leakage = Indeks ekonomske isplativosti smanjenja gubitaka

**ILI** = [stvarni godišnji gubitak (l/dan)] / [neizbježni godišnji gubitak (l/priključku/dan)]

**Neizbježni gubitak je opravdani gubitak. Može procijeniti (IWA), a na njega se uglavnom ne može značajno utjecati!**

**ELE** u pravilu stalno raste kako su potrebe za vodom veće a raspoloživi resursi vode manji.





## Mjere za upravljanje (smanjenje) gubitaka - curenja

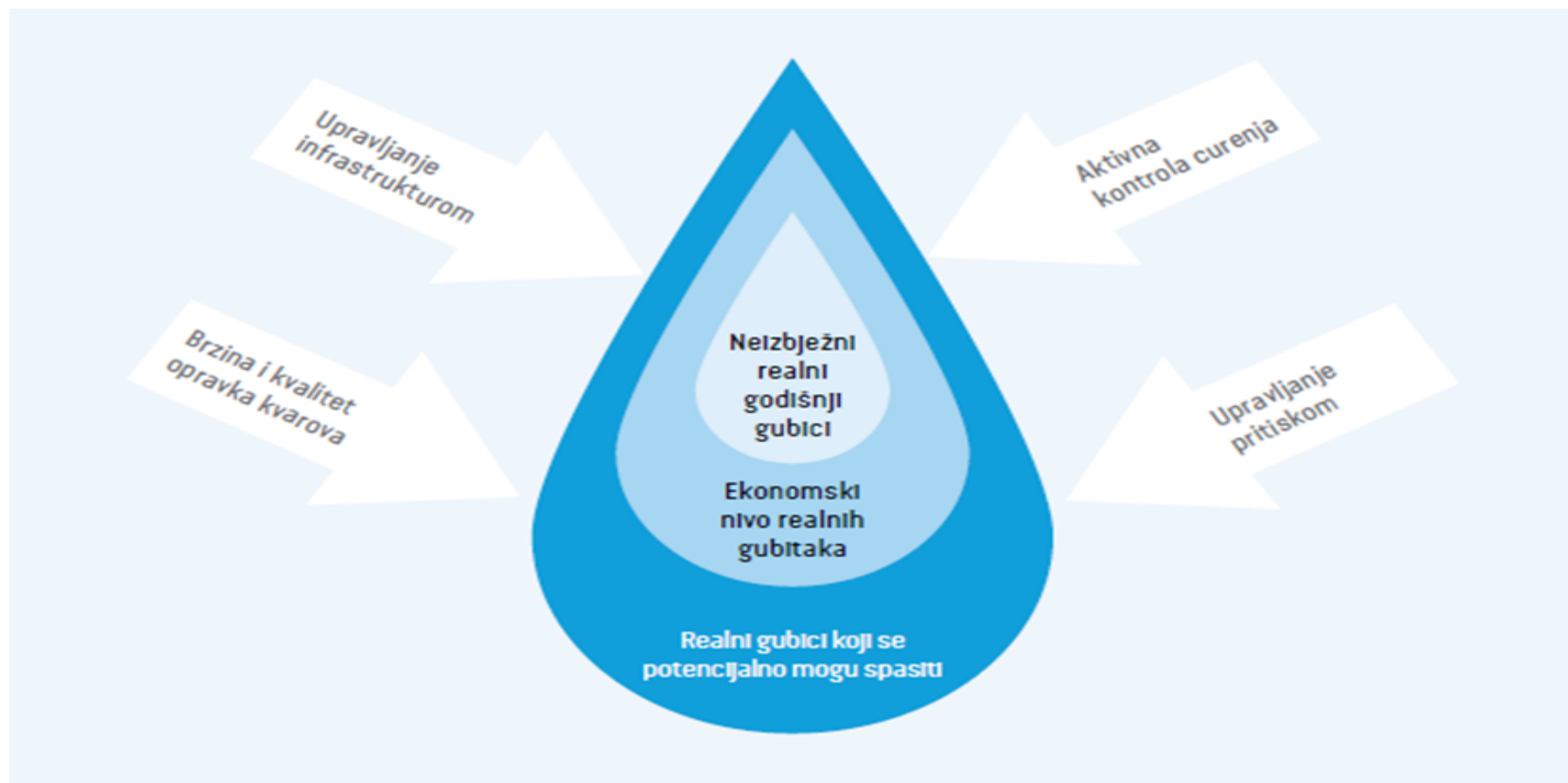
IWA-WLSG grupa je predložila četiri osnovne strategije za smanjenje stvarnih gubitaka vode:

1. Upravljanje tlakom (PM)
2. Aktivna kontrola curenja (ALC)
3. Upravljanje infrastrukturom i imovinom
4. Brzina i kvaliteta popravka kvara - zaustavljanja curenja

IWA-WLSG - International Water Association -  
Water Losses Specialist Group



## Četiri glavne interventne metode za borbu protiv gubitaka vode



## Mjere za upravljanje (smanjenje) gubitaka

Gubitak nije slučajno nastao. On je rezultat pogrešaka u cijelom procesu životnog ciklusa infrastrukture od planiranja do razgradnje.

O veličini mogućih gubitaka i njihovom smanjenju treba voditi računa kod razvoja sustava:

1. Planiranja,
2. Projektiranja,
3. Izvođenja,
4. Upravljanja i održavanja.

Norme koje se trebaju poštivati u svim etapa nastajanja i rada sustava su donesene između ostalog da se ispunjavanje osnovnih ciljeva razvoja vodoopskrbnog sustava ostvari uz što manje gubitke vode.



*To je zadržavanje tlaka u vodoopskrbnom sustavu **tijekom dana i tijekom godine** na nužnoj optimalnoj razini ne dovodeći u pitanje funkcionalnost sustava – efikasnu isporuku vode.*

Pozitivni učinci su:

- smanjenje stvarnih gubitaka;
- smanjenje nepotrebnog tlaka u sustavu;
- eliminacija velike fluktuacije tlaka koja dovodi do kvarova, promjene kakvoće.

Istjecanje iz mreže - curenje je u direktnoj vezi s tlakom u cijevi na kojoj se kvar nalazi.

Znači:

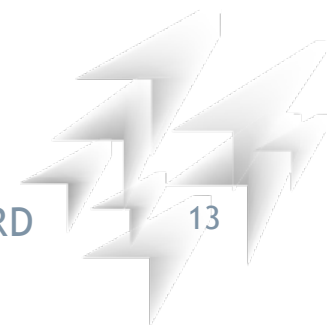
- Curenje će biti najveće tijekom noći jer je potrošnja vode najmanja a time tlakovi najveći;
- Curenje će biti najveće zimi kada je potrošnja manja nego ljeti, naročito u turističkim područjima-dijelovima vodoopskrbnog područja, pa će tada i tlakovi biti veći.



Stupanj smanjenja tlaka je otprilike jednak stupnju smanjenja istjecanja u velikim mrežama.

Recimo smanjenje tlaka sa 30 m na 27 m (10%) rezultira smanjenjem stupnja istjecanja za 5% do 15%.

**TO JE JEDNOSTAVNA I VRLO UČINKOVITA MJERA  
SMANJENJA GUBITAKA.**



## Hidraulika curenja

Voda curi na otvorima različitih vrsta rupe, dimenzija, oblika, položaja na cijevi, vrsti cijevi, itd.

$$q = ch^\alpha$$

Gdje je:  $q$  - istjecanje,  $c$  - koeficijent curenja,  $h$  - tlak,  $\alpha$  - eksponent curenja

Na veličinu curenja najveći utjecaj ima eksponent  $\alpha$ .

Terenska istraživanja pokazala su da koeficijent  $\alpha$  varira između 0,5 i 2,79. Te da je u prosjeku oko 1.

Naime na curenje osim tlaka utječe:

- oblik otvora,
- tlo oko cijevi,
- značajke toka na otvoru (laminaran, turbulentan),
- materijal cijevi (s porastom tlaka otvor se širi), itd.

Zato se za elastične cijevi i curenja na spojevima cijevi uzima eksponent  $\alpha = 1,5$  a za čvrste (lijevano-željezne)  $\alpha = 0,5$ .

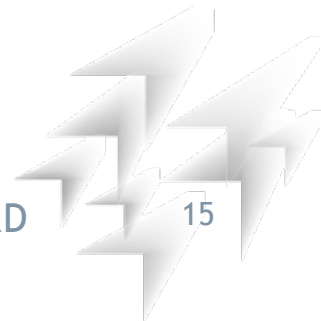


## Aktivna kontrola curenja

- Aktivna kontrola curenja (ALC) podrazumijeva redovito praćenje protoke u sustavu radi bržeg otkrivanja novih curenja ili nastanka loma cijevi/spoja, a sve kako bi se kvarovi mogli što prije popraviti i curenje zaustaviti.

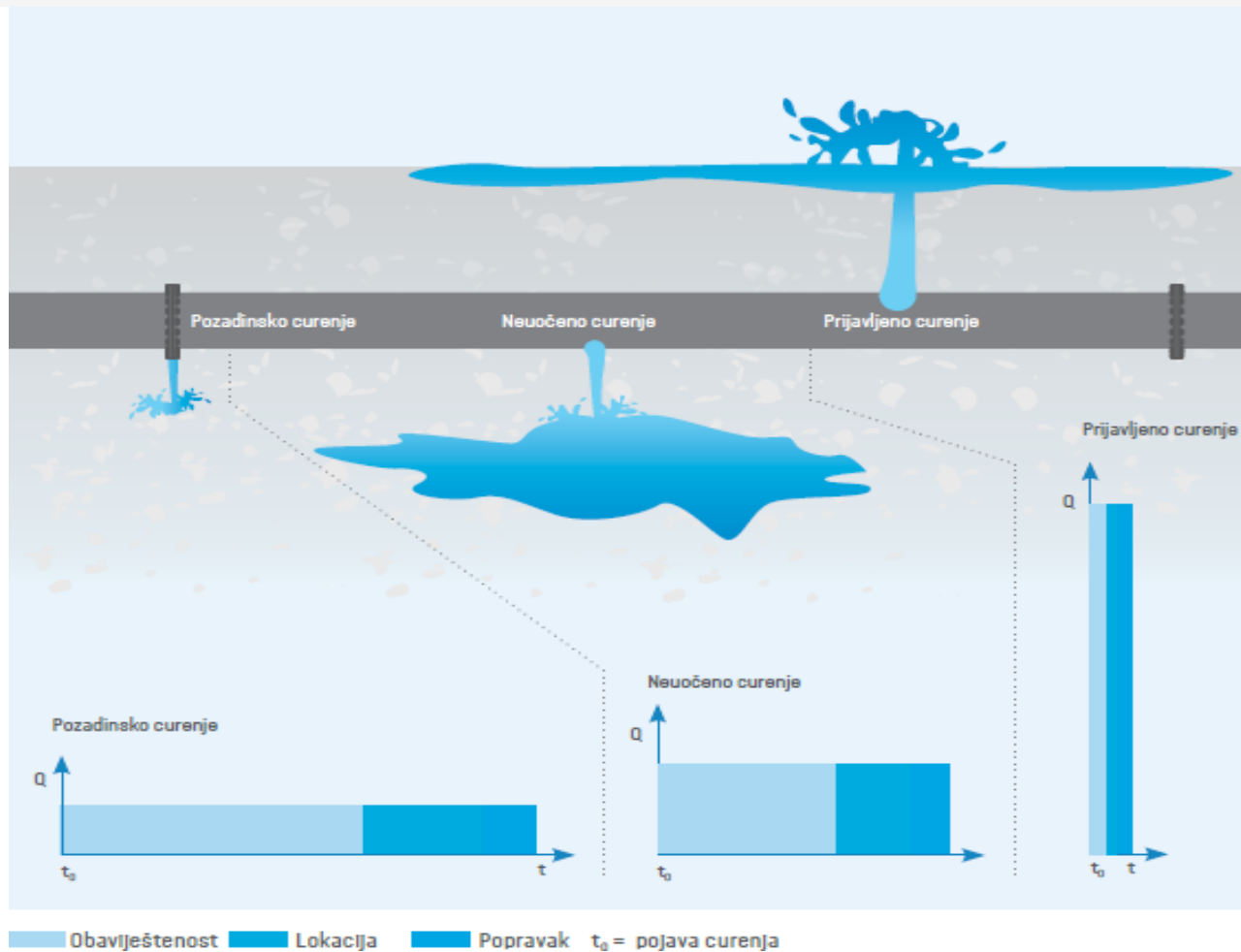
ALC se sastoji od dvije faze:

- **Motrenje-praćenje gubitaka i lociranje mjesta curenja**
- **Utvrdjivanje dionice i precizno određivanje mjesta curenja - kvara**

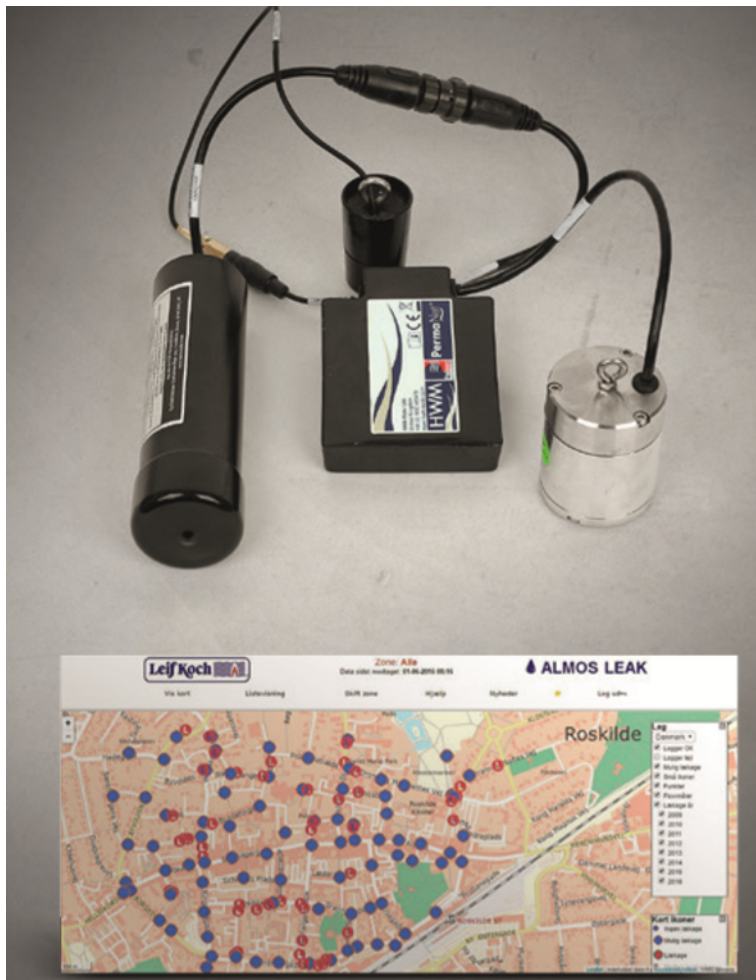


# POJAVA I PREPOZNAVANJE CURENJA

Odnos između veličine curenja ( $q$ ) i vremena trajanja curenja ( $t$ ) je:







## Mjere za smanjenje gubitka vode koje je poduzeo Vodovod Aarhusa

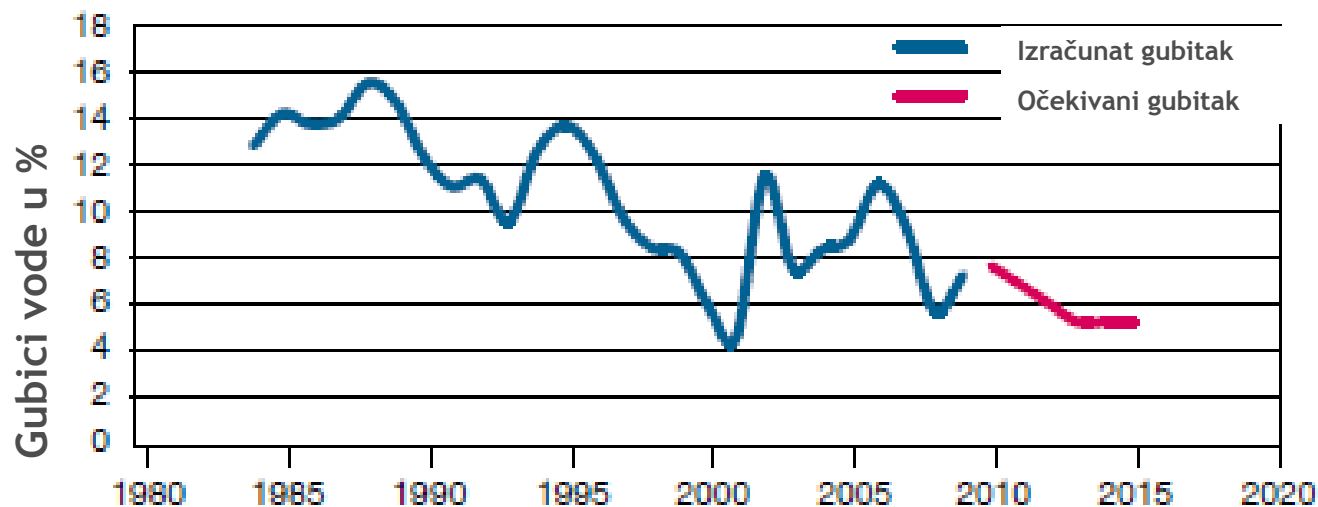
- Aarhus Vand - komunalna tvrtka drugog najvećeg danskog grada opskrbljuje vodom 250.000 kupaca i proizvodi 16 milijuna m<sup>3</sup> pitke vode godišnje;
- Napori za smanjenje gubitaka vode traju od sredine 70-ih godina;
- U posljednjih 10 godina, Aarhus Vand je uspio smanjiti NRW na 6%, a stvarni gubitak u mreži je samo 1,4 m<sup>3</sup>/km /dan;
- Indeks curenja infrastrukture (ILI) je do 0,83.

### Korištene metode:

- o Upravljanje infrastrukturom
- o Visokokvalitetni radovi izvođenja
- o Otkrivanje mjesta curenja
- o Upravljanje tlakom u sustavu
- o Motrenje noćnih minimalnih protoka u mjernim zonama - DMA (District Metering Areas )
- o Inteligentni-ciljani program zamjene cijevi - otklanjanja kvara



## Gubici vode u Aarhusu

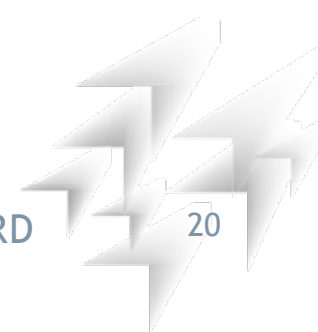


(Izvor: [http://www.vpu-aarhus.dk/globalassets/filer/om-os/publikationer/profilbrochure\\_aarhus\\_water.pdf](http://www.vpu-aarhus.dk/globalassets/filer/om-os/publikationer/profilbrochure_aarhus_water.pdf))



## Zapreke za smanjenje gubitaka vode (Water Losses Reduction) u vodovodu

- Nedostatak političke svijesti
- Neprecizni podaci o količinama gubitaka
- Smanjenje nenaplaćene vode (NRW) obično nije povezano s ukupnim ciljevima održivosti tvrtke
- Fokus na nabavne cijene radova, a manje na ukupne troškove vlasništva
- Strah od negativne slike stanja u firmi
- Korupcija uzrokuje neučinkovitost projekata umanjena veličine nenaplaćene voda (NRW)



# ELEMENTI RAZVOJA KAPACITETA

Razvoj kapaciteta je postupak jačanja sposobnosti pojedinaca, organizacija, kompanija i društava da efikasno koriste resurse kako bi realizirali vlastite ciljeve na održivoj osnovi.

Osnovni aspekti razvoja kapaciteta su:



**CILJ RAZVOJA KAPACITETA JE I UČINKOVITO KORIŠTENJE VODE!**




## Što je UČINKOVITO korištenje vode?

- To je smanjena upotreba/potrošnja vode u svim aktivnostima i sektorima koji troše vodu iz sustava bez umanjenja udobnosti ili funkcionalnosti;
- Isto dovodi do značajnih ušteda vode i energije te manje stvaranje količina otpadnih voda;
- Rješenja za učinkovito korištenje usmjerena su ne samo na smanjenje količine potrošene vode za piće, već i na smanjenje potrošnje ostale vode koja se ne koristi za piće (npr. korištenje reciklirane vode za ispiranje nužnika, navodnjavanje itd.)
- Učinkovitost korištenja vode može se postići na različitim razinama i sektorima (privatni, javni, industrijski) i uključuje razumnu / ekonomičnu upotrebu vode, što veću ugradnju uređaja i tehnika za smanjenu potrošnju vode, recikliranje vode, sakupljanje kišnice i drugo:
- Najveći potrošači vode u domaćinstvu su kade, tuševi, WC ispirajući, perilice i slavine.



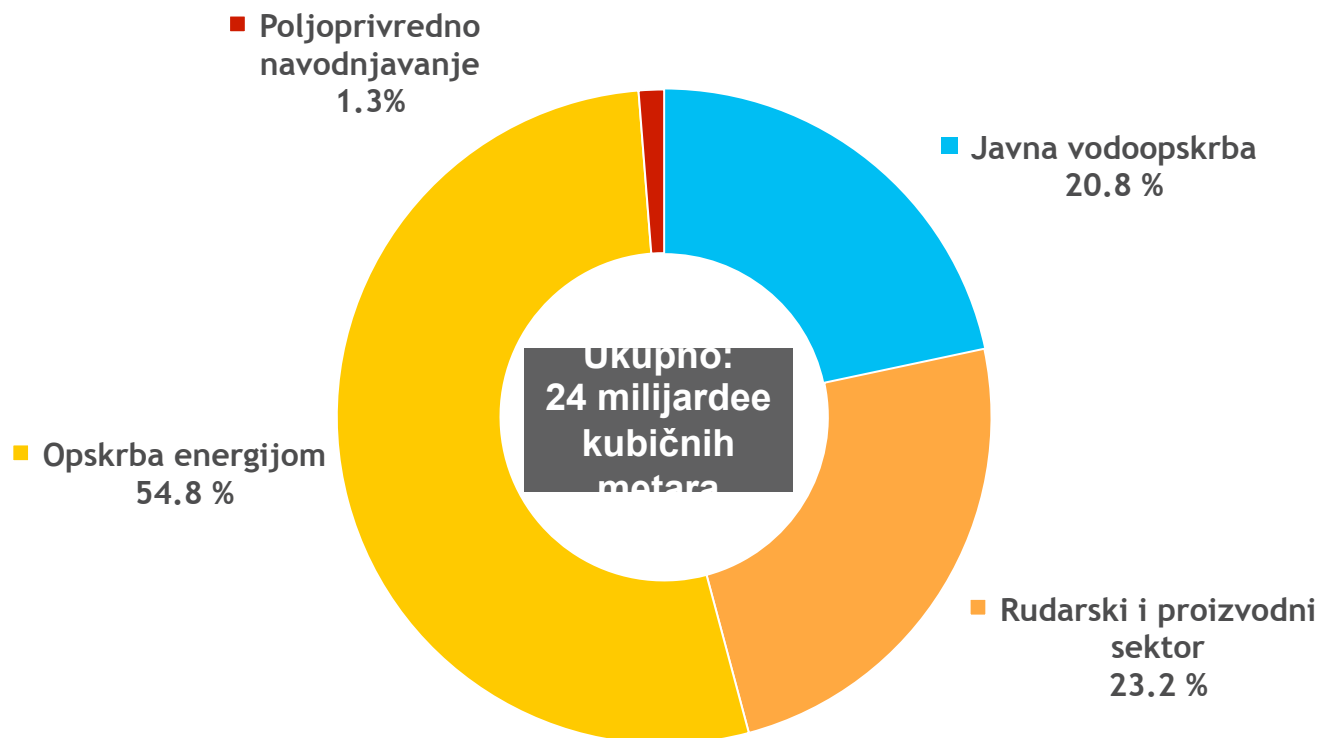
## Prioriteti u učinkovitosti potrošnje vode

- 
1. Izbjegavanje stvaranja gubitaka - i time nepotrebnog zahvaćanja, tretmana, transporta, spremanja i distribucije vode
  2. Smanjenje potrošnje vode
  3. Recikliranje vode
  4. Ponovna upotreba vode

**KRUŽNO GOSPODARSTVO I ODRŽIVO KORIŠTENJE  
RESURSA**



## Zahvaćanje vode po različitim sektorima (2016)

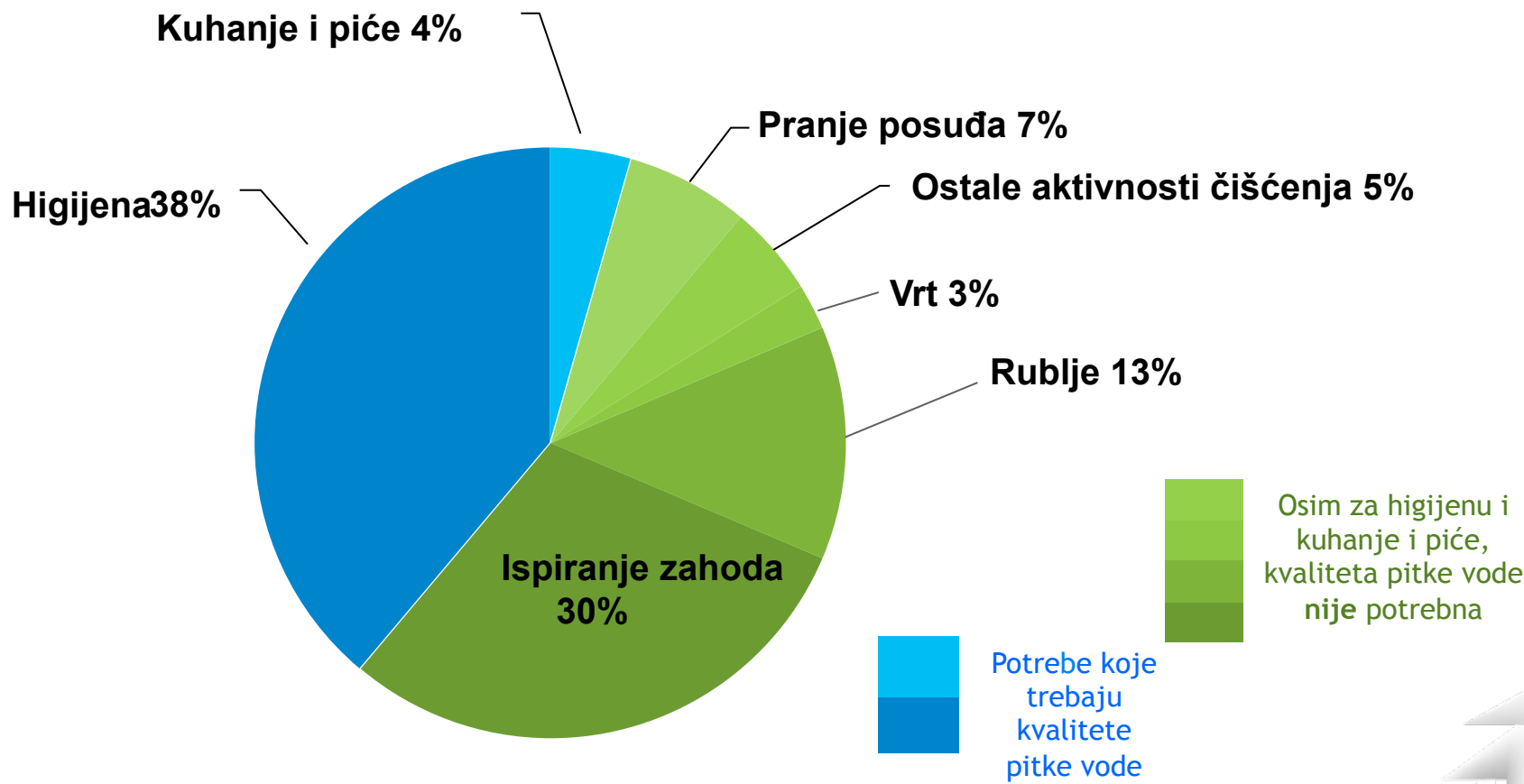


(Izvor: Njemački statistički ured. Fachserie 19, R. 2.1.1 & 2.2, Wiesbaden, u razdoblju od nekoliko godina)





Potrošnja vode u kućanstvima: oko 50% potreba za vodom u  
domaćinstvu ne treba vodu koja je kakvoće vode za piće



# AKTIVNOSTI ZA IZBJEGAVANJE NEPOTREBNE POTROŠNJE I KORIŠTENJA VODE



- Optimizacija procesa zahvaćanja, kondicioniranja i opskrbe vodom
- Smanjenje cjevovodne mreže radi smanjenja količina koje se troše na ispiranja i čišćenja cijevi
- Informiranje potrošača o potrebama štednje vode, itd.

**JAČA SE SIGURNOST OKOLIŠA I BIOLOŠKA  
RAZNOLIKOST**

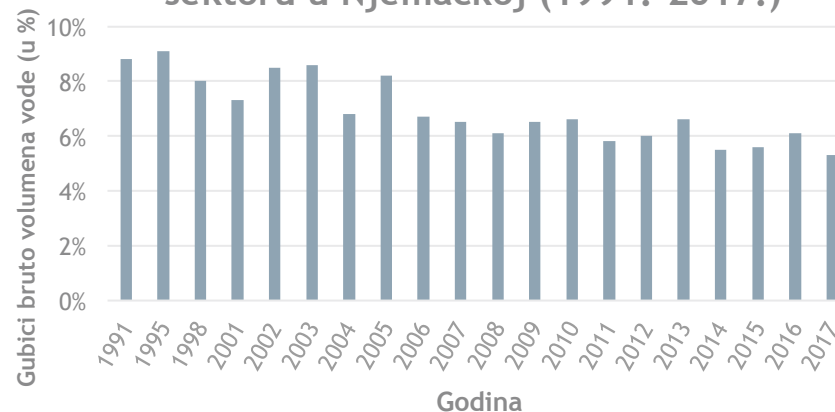


# AKTIVNOSTI ZA IZBJEGAVANJE NEPOTREBNE POTROŠNJE I KORIŠTENJA VODE



- Ulaganje (korištenje) u visokokvalitetne cijevne mreže (cijevi i spojevi)
- Otkrivanje i sprečavanje curenja/oštećenja vodovodnih cijevi
- Upravljanje tlakom

Gubici vode u javnom vodoopskrbnom sektoru u Njemačkoj (1991.-2017.)



(Izvor: Njemački savezni statistički ured; BDEW)

## JAČA SE ODRŽIVOST TVRTKE I OKOLIŠA



# AKTIVNOSTI ZA IZBJEGAVANJE NEPOTREBNE POTROŠNJE I KORIŠTENJA VODE



1. Visokokvalitetne cjevovodne instalacije u zgradama (materijal cijevi i toplinska izolacija)
2. Utvrditi / popraviti curenje i gubitke vode u domaćinstvima
3. Ugraditi vodomjere i nadzirati potrošnju vode
4. Ugraditi sklopove i proizvode koji štede vodu
5. Instalirati uređaje koji štede vodu
6. Reciklirati sive vode i sakupljati oborinske vode (kišnicu) (vidi Module 2 i 3)
7. Svijest i ponašanje potrošača

**JAČA SE STANDARD ŽIVLJENJA, MANJI TROŠKOVI  
VODE**

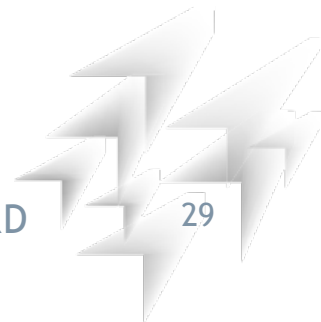


## Ponašanje potrošača

Učinkovitost korištenja vode započinje u domaćinstvu savijesnim ponašanjem pojedinca pri korištenju vode. Na primjer:

- Popraviti slavine, ispuštanja i curenja vode
- Kratko se tuširati umjesto koristiti kupke
- Zatvoriti slavinu dok se peru zubi
- Napuniti perilica posuđa i rublja prije rada
- Voće i povrće prati u posudi, a ne ispod otvorene slavine, itd.

**ŠTEDE SE RESURSI I NOVAC**



## Instalacije cjevovoda

- Dobra izolacija cjevovoda sprječava nepotrebnu potrošnju vode koja otječe dok se čeka na hladnu ili toplu vodu da dođe do izljeva (štedi vodu i energiju!)



# UČINKOVITOST KORIŠTENJA VODE NA RAZINI POTROŠAČA

## Korištenje vodomjera

- Obvezno je nadzirati stvarnu potrošnju vode

Bilježenje potrošnje  
(vodomjer)



Redovito očitavanje  
(ručno ili  
automatski)



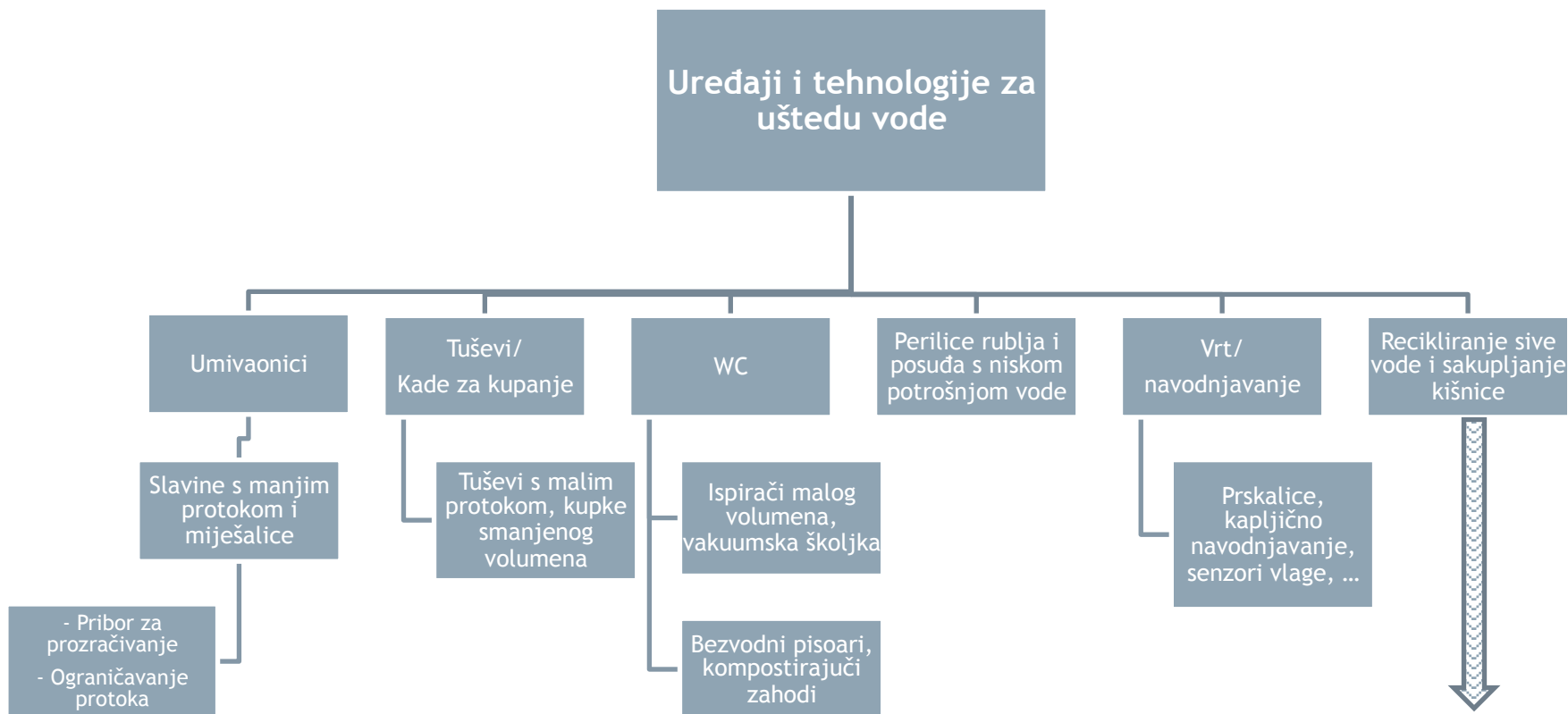
Procjena potrošnje  
vode



*Mjerenje potiče potrošače da koriste manje vode i time ne troše vodne resurse. To stvara svijest / saznanje o količini korištene vode, što je vidljivo iz računa kupca.*



# UREĐAJI I TEHNOLOGIJE ZA MANJE TROŠENJE VODE



**Moduli 2 i 3**





## AREATORI I LIMITATORI PROTOKA (ZA RAZLIČITE PROTOKE 3 - 10 L / MIN)

Prozračivači i ograničivači protoka smanjuju količinu vode koja prolazi kroz cijev bez smanjenja tlaka vode ili utjecaja na učinak pranja i ispiranja. Dostupni su s različitim protocima i ispustima (prskanje ili prozračivanje)



Mjehurasti i igličasti rasprskujući prozračivač



## MJEŠALICE S NISKIM PROTOKOM

Slavine s ugrađenim „eko-click“ i termo-regulacijskim ventilima postižu uštedu u potrošnji vode i energije

Presjek kroz „klik“ slavinu s vodenom kočnicom (ugrađena tehnologija „klik-stop“) i regulacijom temperature tople vode (Izvor: Učinkovitost vode u novim domovima. Zaklada NHBC 2009.)



## TUŠ BATERIJE NISKOG PROTOKA



Tehnologija prozračivanja se također primjenjuje na tuš baterijama kako bi se postigla brzina protoka manja od 5 litara u minuti



# UREĐAJI I TEHNOLOGIJE ZA MANJE TROŠENJE-ŠTEDNJU VODE

## VODOKOTLIĆI S DVOSTRUKIM PODEŠIVIM ISPIRANJEM



Spremnik od 3/6 litara



Vodokotlići s dvostrukim podesivim ispiranjem razvijeni su da zadovolje različite zahtjeve za ispiranje. Preporučeni kapacitet za potpuno ispiranje je 4,5 litre ili manji, a za ispiranje napola je manji od 3 litre. Oni mogu uštedjeti više od 60% vode u usporedbi s klasičnim vodokotlićima (BCA, 2007)

BCA (2007) Vodič za dizajn zelene gradnje- Klimatizirane zgrade. Singapur: Uprava za zgradarstvo i graditeljstvo



## ZAHODI S KOMPOSTIRANJEM



Zahodske školjke s kompostiranjem uz korištenje piljevine (bezvodne)



## PISOARI S ISPIRAČEM



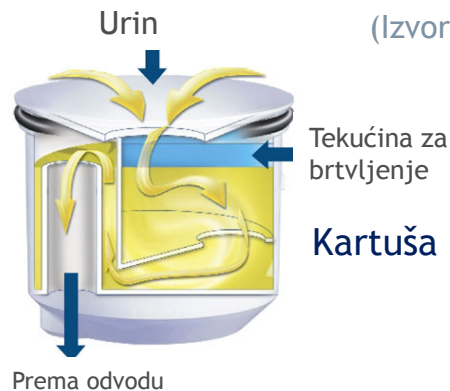
(Izvor: Schell, GmbH)

Vodno-učinkoviti pisoar sa standardnom širinom od 300 mm zahtijeva manje od 0,5 litara vode po ispiranju



## BEZVODNI PISOARI

Različite zamke za emisiju neugodnog mirisa



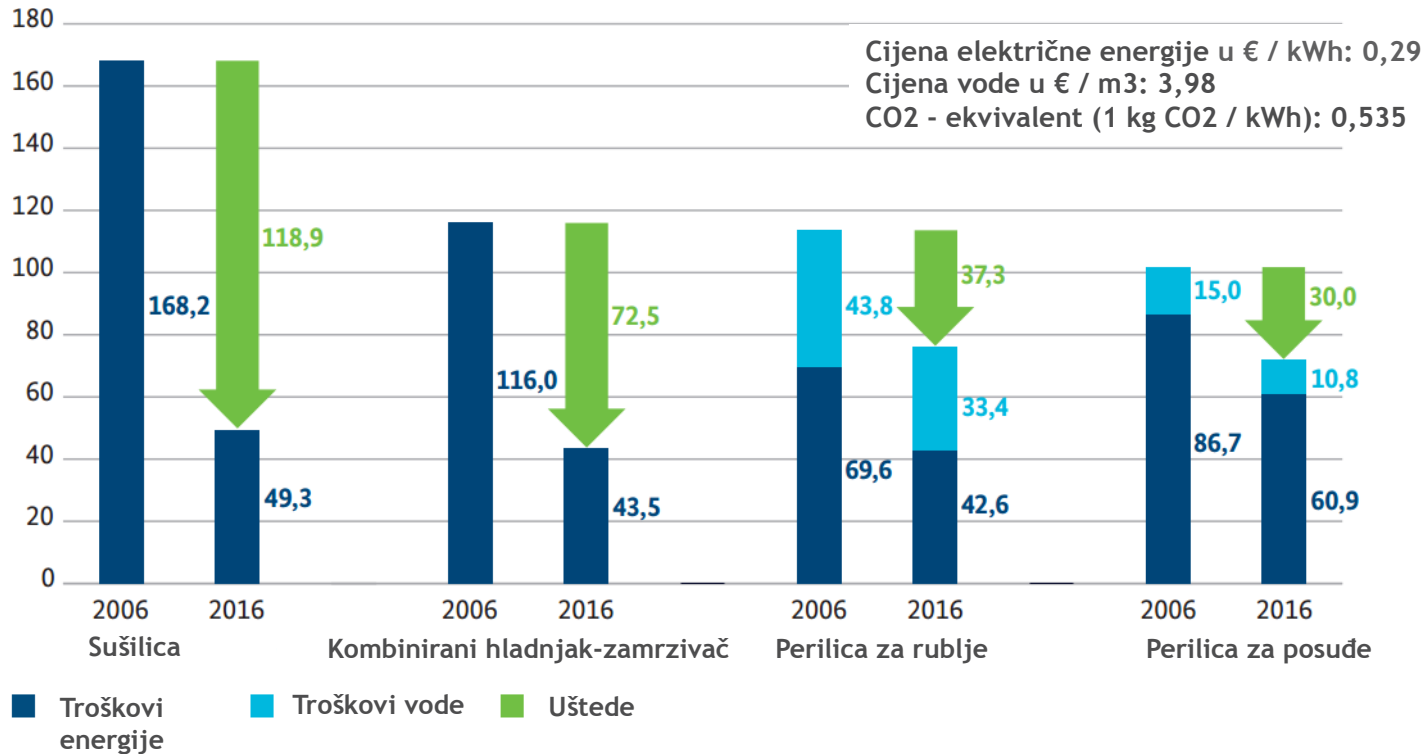
(Izvor: Falcon Waterfree Tehnologies)



# UREĐAJI I TEHNOLOGIJE ZA MANJE TROŠENJE-ŠTEDNJU VODE

Godišnji troškovi energije i vode učinkovitih kućanskih uređaja u odnosu na uređaje stare 10 godina

Ukupni troškovi(€)



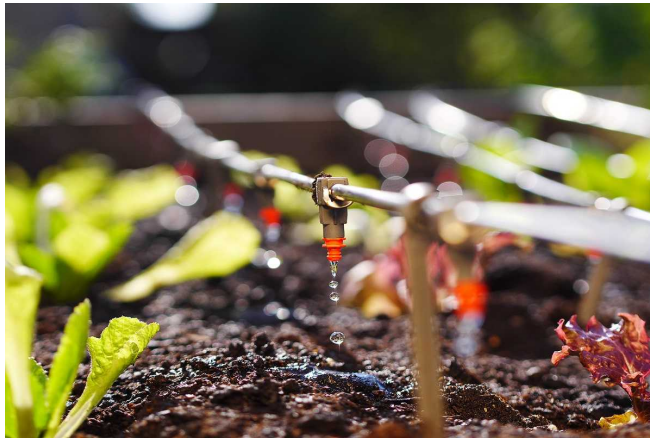
(Izvor: [https://www.bmm.de/steckbrief/bmm/foerms/buener/b27/servicebuener\\_ormatun.html?resourceId=180050&input\\_=180004&pageLocale=de&selectSort=score+desc&templateQueryStringListen=wasserkosten](https://www.bmm.de/steckbrief/bmm/foerms/buener/b27/servicebuener_ormatun.html?resourceId=180050&input_=180004&pageLocale=de&selectSort=score+desc&templateQueryStringListen=wasserkosten))





# UREĐAJI I TEHNOLOGIJE ZA MANJE TROŠENJE-ŠTEDNJU VODE

## SUSTAVI NAVODNJAVANJA KAP-PO-KAP, ŠTEDLJIVE MLAZNICE ZA VRTNA CRIJEVA I PRŠKALICE



(Izvor: Gardena, GmbH)



Sustavi kapljičnog navodnjavanja koriste od 30% do 50% manje vode u odnosu na sustave prskajućeg navodnjavanja. Oni biljke opskrbljuju vodom sporo i izravno u korijenje, čime se na minimum smanjuje otjecanje vode i stopa hlapljenja



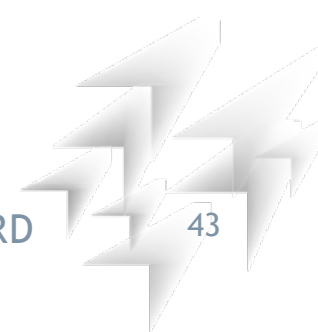
## Ostale tehnologije za navodnjavanje i mjere koje štede vodu

- **Senzori za kišu (vlagu)** mogu smanjiti potrebe zalijevanja. Sustav se može ponovo uključiti kad se higroskopski senzori u tlu osuše
- **Tajmeri i programirani ograničavala protoka** mogu poslužiti za smanjenje prekomjerne uporabe
- Napredne tehnologije za navodnjavanje koje štede vodu također uključuju automatizirane kontrole koje se mogu koristiti sa sensorima za kišu. Navodnjavanje se zaustavlja kada se detektira kiša
- Učestalost navodnjavanja mora se programirati tako da odgovara vremenskim i sezonskim potrebama
- Također se preporučuje utvrđivanje mogućnosti za zonsku kontrolu, tako da se biljne vrste s različitim potrebama za vodom navodnjavaju odvojeno različitim intenzitetom

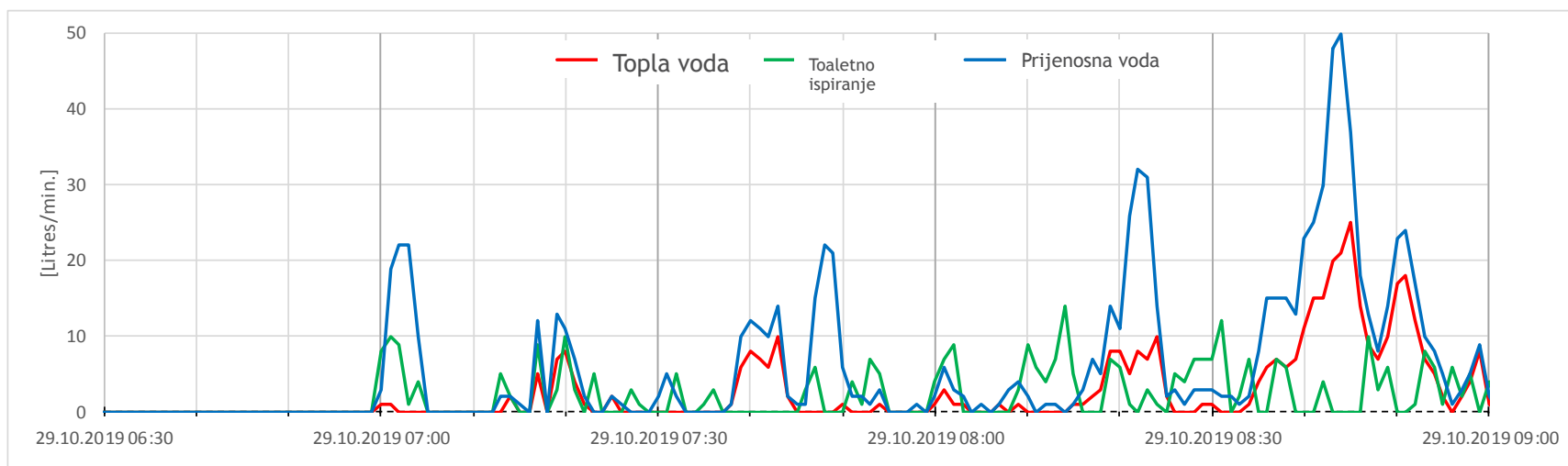
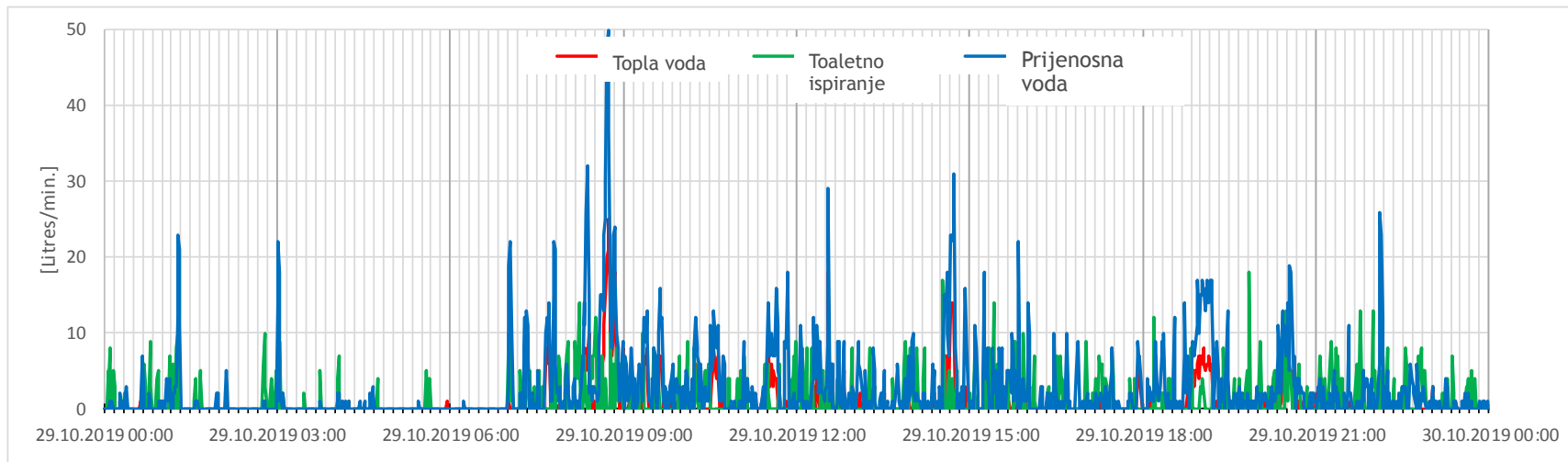


## Potrebni podaci

- Analiza korištenja provodi se u fazama
  - Kvantifikacija potrošnje vode
  - Kvantifikacija gubitaka vode
  - Izračuni vodnog bilanca
- Prikupiti osnovne podatke utvrđivanjem svih vodenih točaka i područja upotrebe koji prikazuju lokacije i opremu gdje se koristi voda
- Provjeriti potrošnju vode, procijeniti sate korištenja i veličine upotrebe
- Usporediti procijenjenu potrošnju vode s podacima o potrošnji iz računa za vodu
- Potražiti mjesta curenja i načine smanjenja potrošnje vode
- Procijeniti troškove izmjene instalacija i nove opreme te ih usporediti s procijenjenim uštedama vode, otpadnih voda i energije kako bi se izračunalo potencijalno razdoblje povrata troškova



# ANALIZA KORIŠTENJA VODE: MJERENJE VODE I EVIDENTIRANJE NA RAZINI ZGRADE



# HVALA NA PAŽNJI

