

TAKING
COOPERATION
FORWARD

Gospodarenje oborinskim i sivim vodama

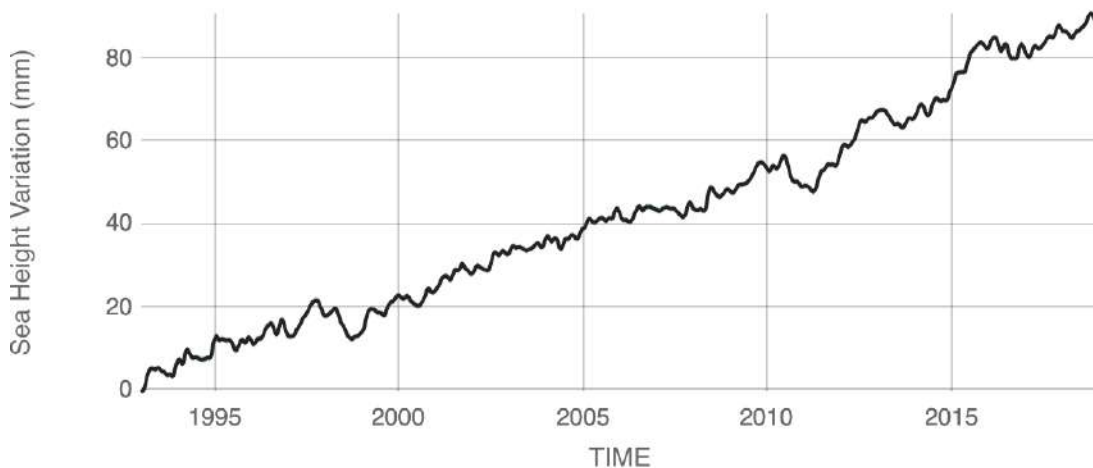
City Water Circles

📍 Split, svibanj, 2020..

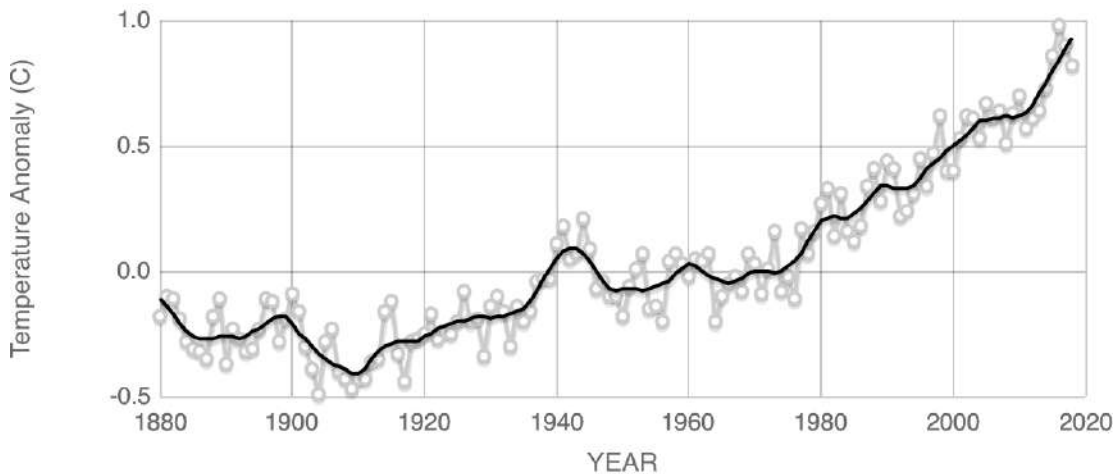
💬 Gospodarenje oborinskim i sivim vodama – CWC

👤 doc. dr. sc. Ivo Andrić, dipl. ing. građ.

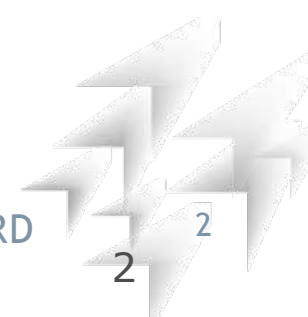
“PROLAZNO VRIJEME”



Source: climate.nasa.gov



Source: climate.nasa.gov



“PROLAZNO VRIJEME”



Climate crisis: CO2 levels rise to highest point since evolution of humans

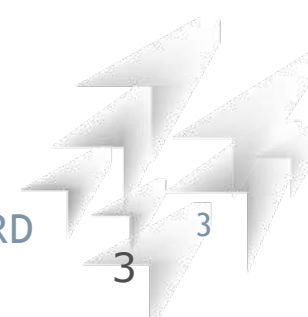
‘We don’t know a planet like this’

Harry Cockburn | Monday 13 May 2019 11:00 | 58 comments



“This is the first time in human history (May, 2019) our planet’s atmosphere has had more than 415 ppm CO2.

Not just in recorded history, not just since the invention of agriculture 10,000 years ago. Since before modern humans existed millions of years ago.”



“PROLAZNO VRIJEME”



Polu svijeta suočavati će se sa značajnim manjkom vodnih resursa do 2030. godine, osim ako se korištenje vode ne odvoji od ekonomskog rasta.

Projekcije temeljene na registriranim trendovima, pokazuju da će do 2030. g. potražnja za vodom premašiti opskrbu za 40%, a do 2050. g. za preko 55%.

Svjetska će populacija do 2030. g. narasti s 7.600.000.000 na 8.500.000.000.

Svijet se ubrzano urbanizira. Do 2050. g. 66% svjetske populacije će živjeti u urbanim centrima. 2030. g. postojat će 40 mega gradova.

Svjetska ekonomija će se utrostručiti do 2050. g.

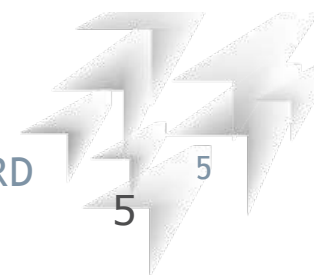
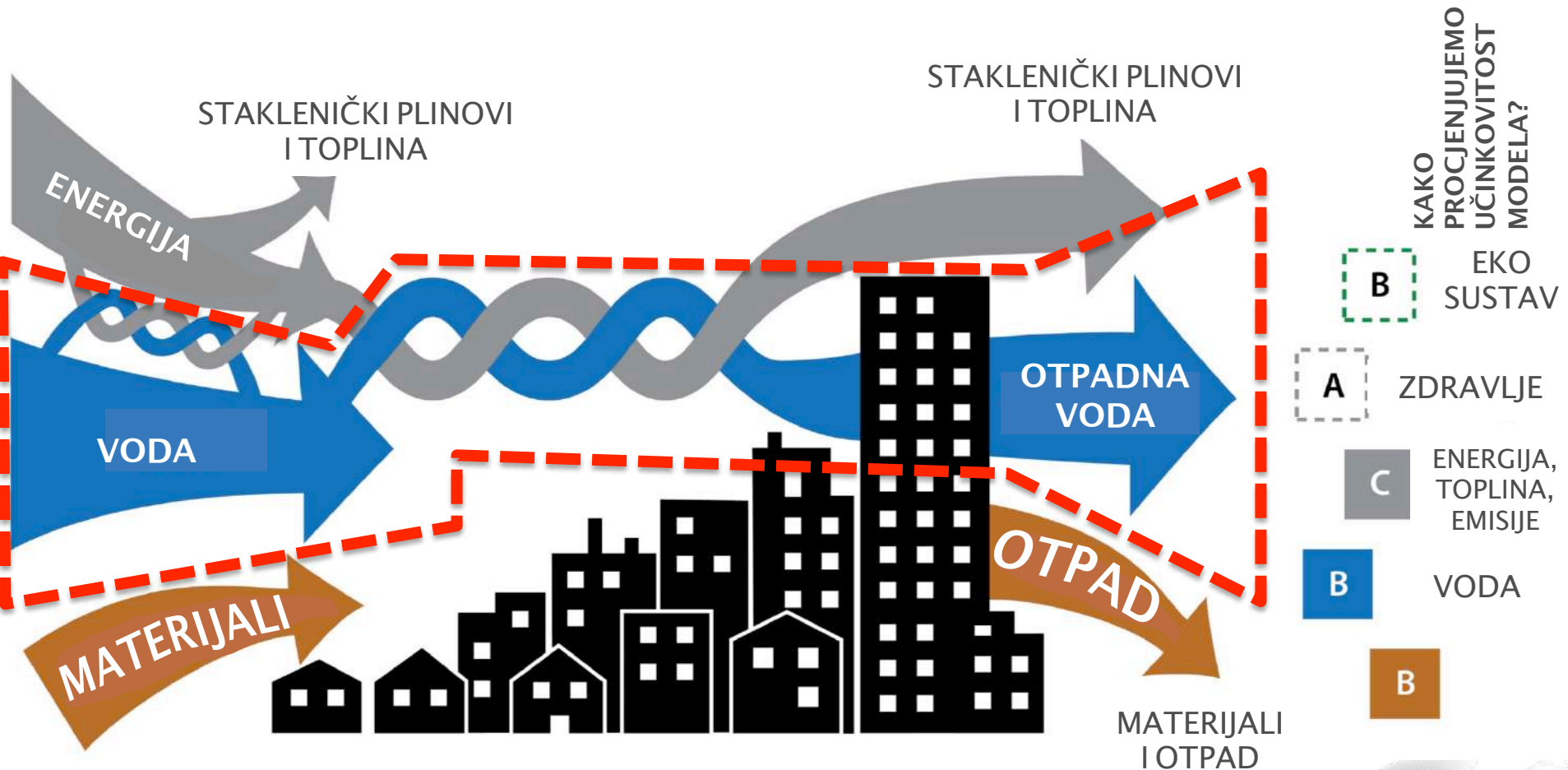
Klimatske promjene će utjecati na učestale ekstremne kišne događaje i duge periode suše.

BaU scenario dovodi u pitanje dostupnost vode za čovječanstvo.

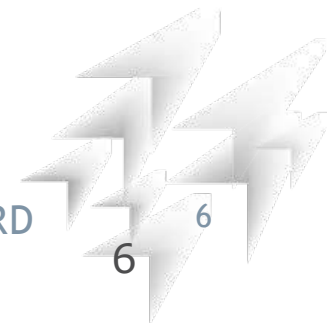
Nedostatak pitke vode će ugroziti opstojnost čovječanstva, zdravlje ljudi, daljni socio_ekonomski razvoj, svjetski mir i političku stabilnost.



URBANI METABOLIZAM



- Dostatnost količina zbog klimatskih promjena (sigurnost opskrbe).
- Sanitarna ispravnost vode zbog sve većih opterećenja na zone prihranjivanja (industrija, promet, turizam, poljoprivreda).
- Gubitci u tlačnom sustavu.
- Velike sezonske neravnomjernosti (turizam) koje opterećuju sustav ili pak zahtijevaju predimenzioniranje sustava, samim time donose i visoke operative troškove kao i smanjenu razinu učinkovitosti.



- ❖ Uvod
- ❖ Kako se odnositi prema oborinskim vodama
- ❖ Učinkovitost vode, gubici vode

- ❖ Potencijali recikliranja sivih i crnih voda
- ❖ Rasprava: Koje su zapreke?



Različiti problemi gradova koji se dotiču sustava vodoopskrbe i zbrinjavanja otpadnih voda

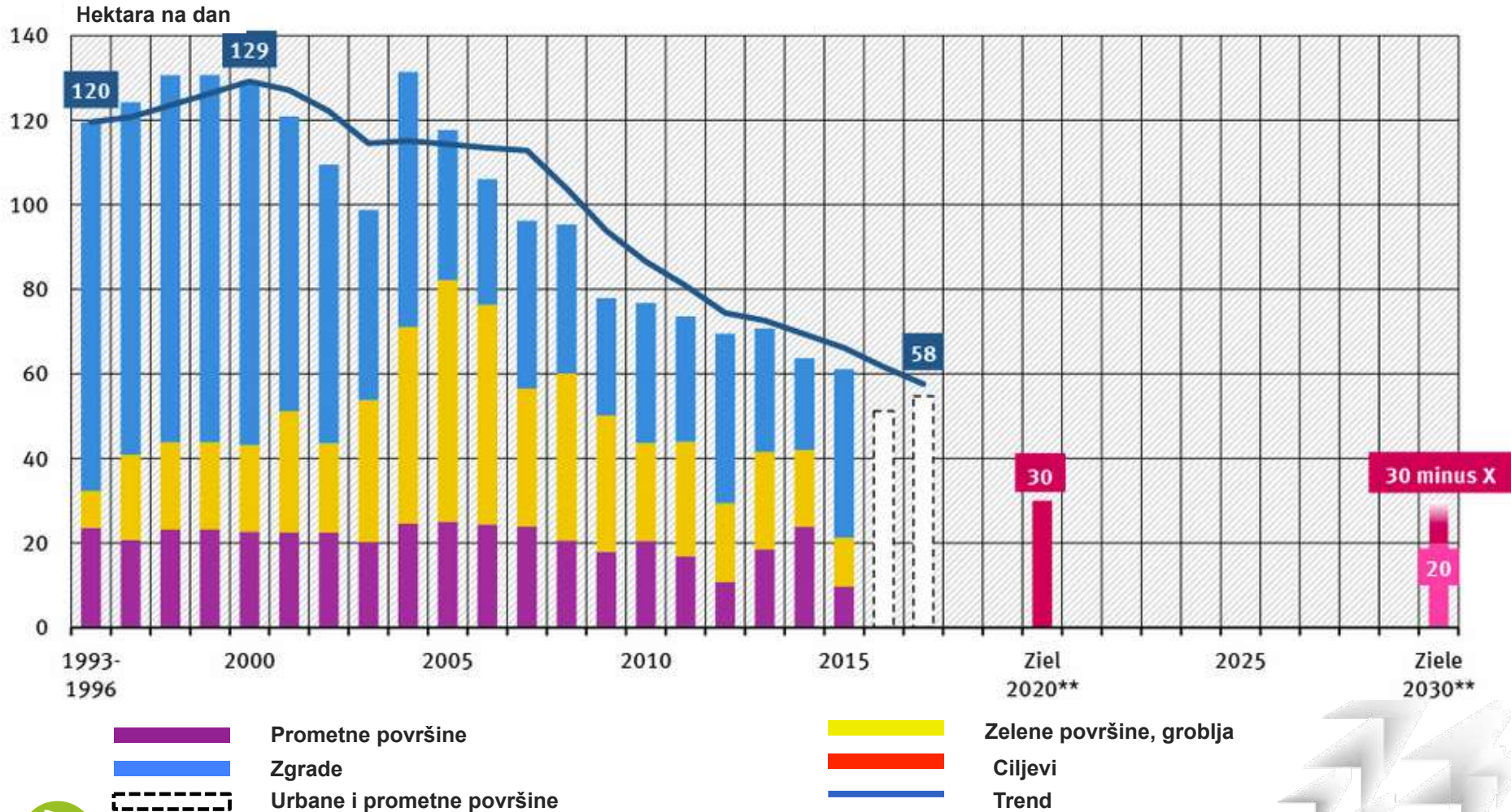
- Povećanje nepropusnosti tla - posebno u gradovima
demografski razvoj, pojava toplinskih otoka (efekt heat-island)
- Klimatske promjene
više poplava, i sušnih razdoblja i nestašica vode
- Povećavanje onečišćenja nerazgradljivim i toksičnim tvarima
(hormoni, lijekovi, mikroplastika, pesticidi, fungicidi...)
- Povećanje potražnje za električnom energijom u vodnom sektoru
- primjer Berlina (3,8 milijuna stanovnika, potrošnja energije za opskrbu vodom i zbrinjavanje otpadnih voda jednaka potrebama kućanstava od 400 tisuća ljudi = 305,2 GWh/a)



HIDROLOŠKA BILANCA U ODNOSU NA STUPANJ IZGRAĐENOSTI



Povećanje naseljenih i prometnih površina u Njemačkoj DNEVNO!!

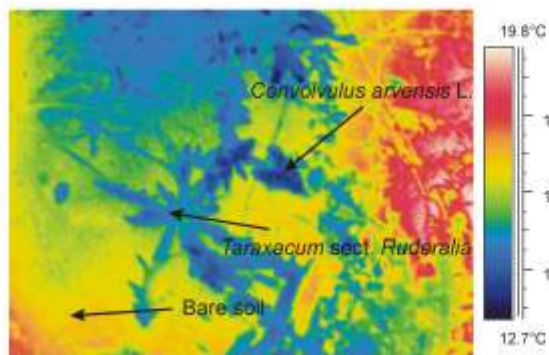
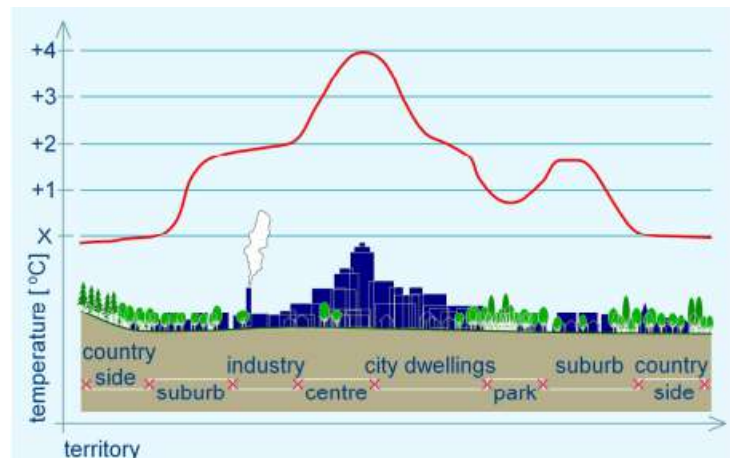




Water for the Recovery of the Climate - A New Water Paradigm

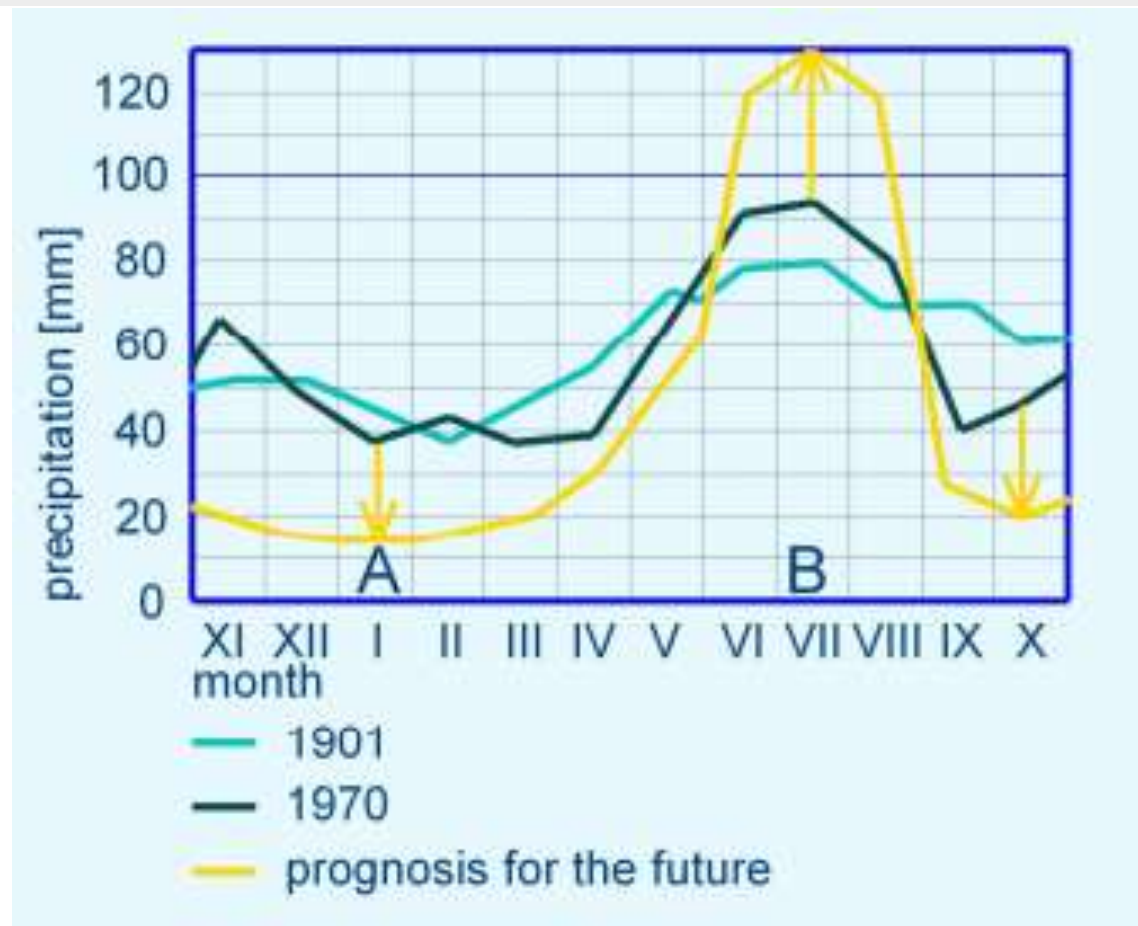
M. Kravčík, J. Pokorný, J. Kohutiar, M. Kováč, E. Tóth (2007.)

http://www.waterparadigm.org/download/Water_for_the_Recovery_of_the_Climate_A_New_Water_Paradigm.pdf



Fotografije tankog sloja vegetacije u infracrvenom i vidljivom spektru. Ogoljena površina tla vidno je toplija od zelene površine ohlađene transpiracijom. (Třeboň, Češka, 12. srpnja 2002., 10:00 sati)





Trendovi oborina u Slovačkoj

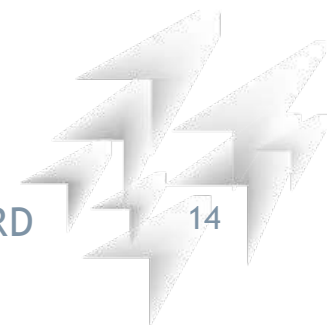
– **primjer vremenske redistribucije oborina uslijed klimatskih promjena**

Sušni periodi su produljeni (A), a oni s najviše oborina sve kraći (B)



Glavna teza:

1. Izbjegavanje, smanjenje i recikliranje otpadnih voda i njihovo što je manje moguće odlaganje
2. Otpadne vode su obnovljivi izvori nove vode, energije i hranjivih tvari
3. Postizanje veće učinkovitosti resursa u vodnom sektoru



Upravljanje oborinskim vodama u urbanim područjima

Upravljanje oponašajući prirodni hidrološki ciklus

Infiltracija

Skupljanje (RWH)

Kontrolirano ispuštanje

Kombinirajuća rješenja

Konvencionalno ispuštanje i obrada kišnice

Kanalizacija

Retencije (zadržavanje)

Kombinirajuća rješenja



Utjecaji klimatskih promjena na konvencionalni kanalizacijski sustav

Ekstremne kiše i poplave



Poplavljene ulice u Bonnu 2013. godine (Foto: Stephan Knopp GA / Bonn)



Utjecaji klimatskih promjena na konvencionalni kanalizacijski sustav

Ekstremne kiše i poplave



Poplavljene ulice u Splitu (Foto: Ivo Čagalj/ Pixell)

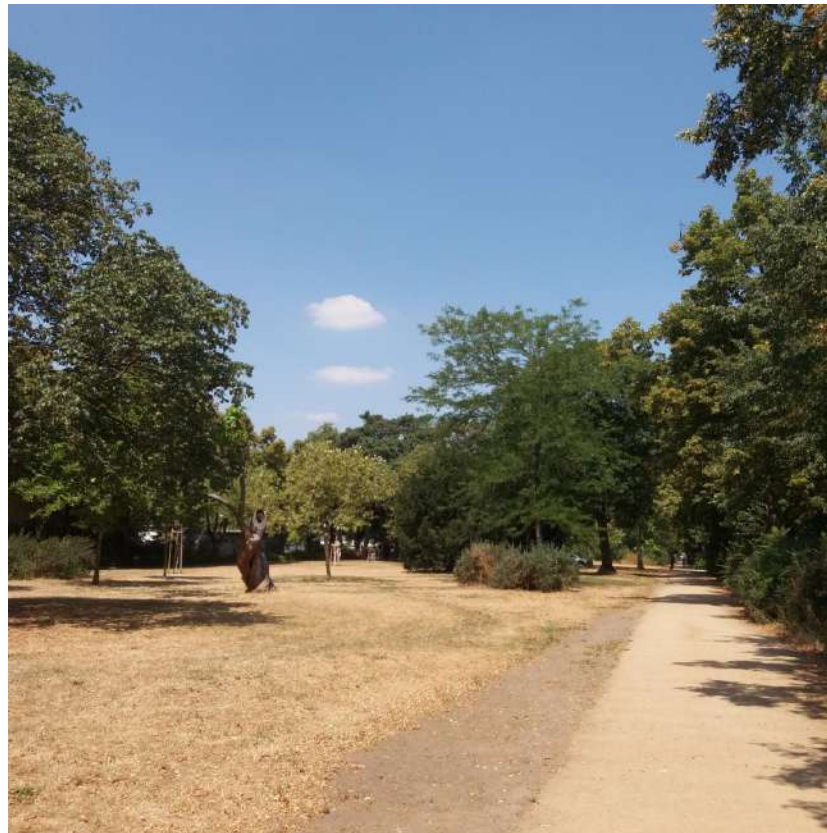


Porast učestalosti ekstremnih vremenskih pojava

Scenarij poplave



Scenarij suše



u mješovitu kanalizaciju (bez zadržavanja):

- Preopterećuje kanalizaciju zbog povećane učestalosti obilnih kišnih događaja
 - npr. u Berlinu oko 40 izlivanja kanalizacije godišnje
 - ➔ negativni utjecaji na floru i faunu, pomor riba itd.
- Velika opterećenja onečišćujućim tvarima, osobito s prometnih površina, nalaze put do vodnih tijela (npr. Mikroplastika, teški metali...)
- Uspostavlja neprirodnu vodnu ravnotežu:
 - smanjuje proces lokalne evaporacije
 - smanjuje lokalno prihranjivanje vodonosnika (infiltracija)

Podaci: Bilanca voda u Berlinu je 80% evaporacija, 20% infiltracije i 0% površinskog otjecanja.



Mješoviti tip kanalizacije bez pročišćavanja vode u retencije



Oteretna retencija mješovite kanalizacije u Berlinu-Wedding (Foto: BWB)

- Izgradnja skupih podzemnih bazena za zadržavanje kišnice (berlinska kanalizacijska spremišta oko 3.000 € / m³)



Zapornica preko koje se preljeva voda u dodatni prostor za retenciju, Berlinu-Wedding (Foto: BWB)



Održive mjere kod upravljanja Oborinskim vodama u urbanim sredinama.



Natural Water Retention Measures

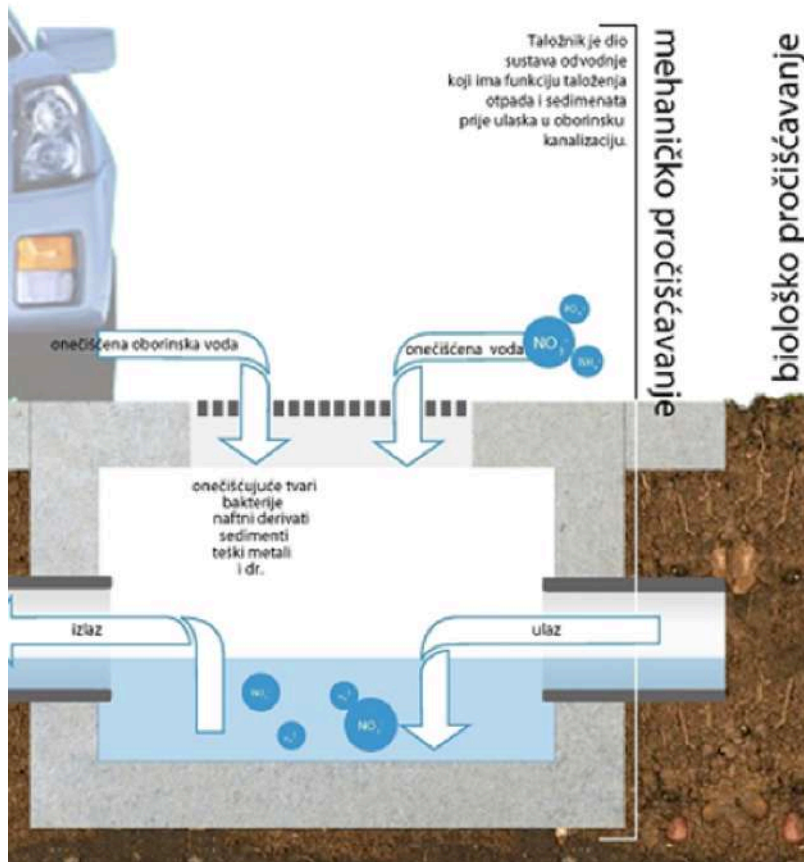
www.nwrm.eu

- U01 - Zeleni krov
- U02 - Prikupljanje kišnice
- U03 - Propusne površine
- U04 - Upojni bunari
- U05 - Kanali
- U06 - Filterske trake

- U07 - Denudacije
- U08 - Infiltracijski jarci
- U09 - Kišni vrtovi
- U10 - Retencije
- U11 - Retencijska jezera
- U12 - Infiltracijski spremnici

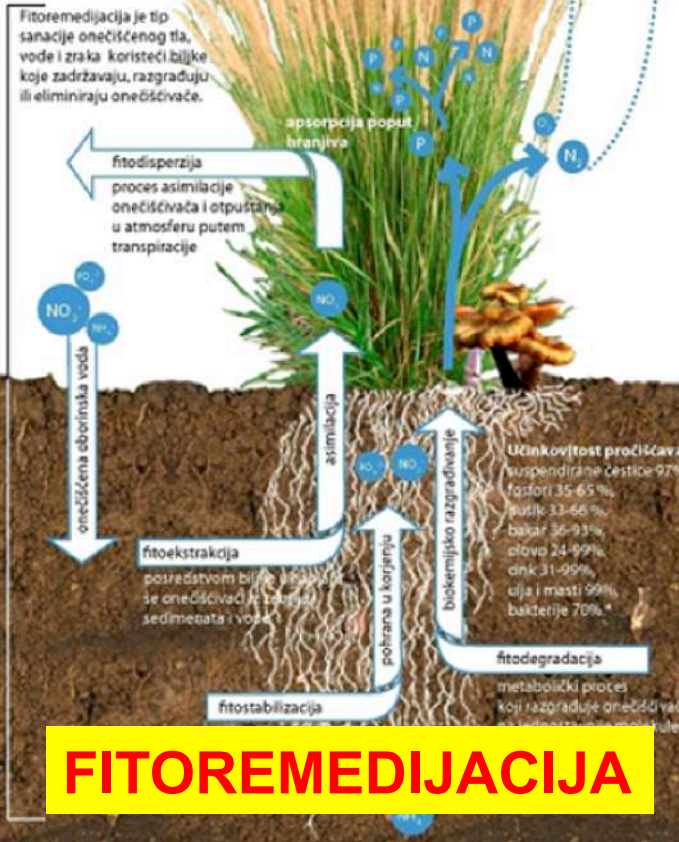


tradicionalni pristup

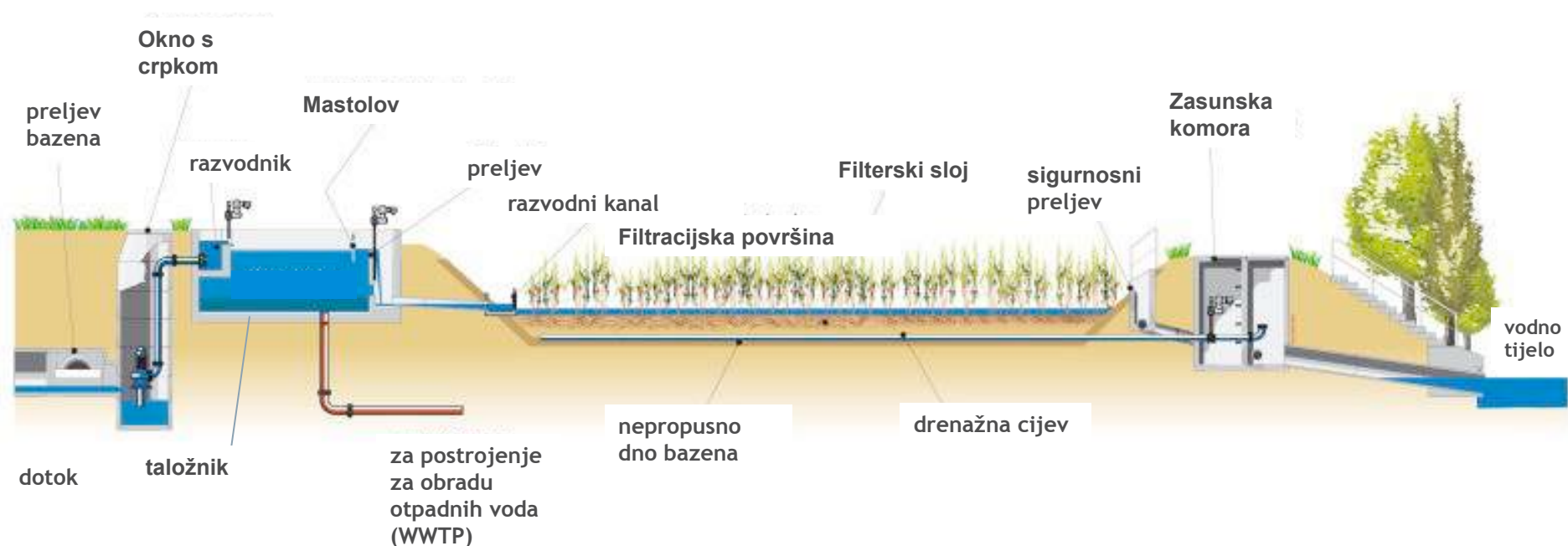


integralni pristup

biološko pročišćavanje



Shematski dijagram retencije s filterskim dnom



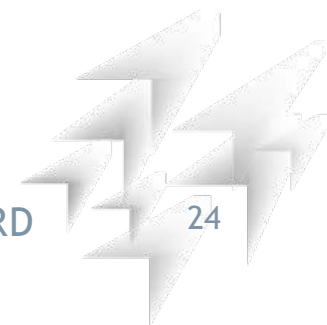
(Izvor: BWB)



Retencije s filterskim dnom



(Izvor: Retentionsbodenfilter: Handbuch für Planung, Bau und Betrieb, 2015)



CENTRALIZIRANO ISPUŠTANJE


Predtretman oborinskih voda na licu mjesta (u uličnim slivnicima):



Različiti sustavi decentralizirane prethodne obrade kišnice u Clayallee, Berlin (Foto: KWB, Sieker)



Prioriteti u upravljanju kišnicom (oborinskim vodama)*

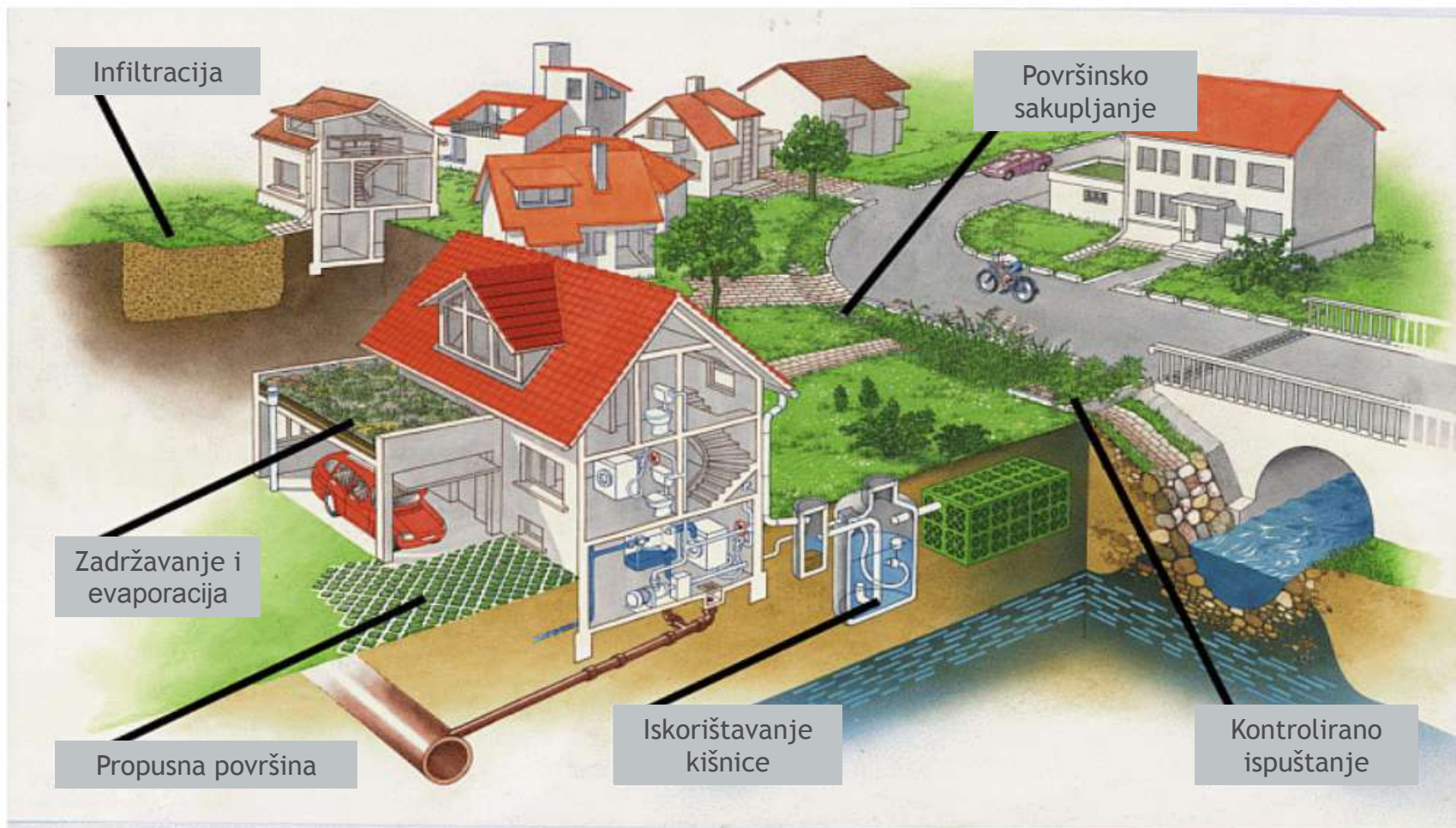
- 
1. Izbjegavanje novih nepropusnih površina i stvaranje novih propusnih površina urbanih područja
 2. Skupljanje i korištenje kišnice On-site
 3. Retencija oborinskih voda
 4. Infiltracija kišnice (prihranjivanje podzemnih voda)
 5. Kontrolirano ispuštanje u vodno tijelo ili postrojenje za pročišćavanje otpadnih voda

*Kišnica i oborinske vode se ovdje upotrebljavaju naizmjenično



DECENTRALIZIRANO UPRAVLJANJE KIŠNICOM

Decentralizirano upravljanje kišnicom u urbanim područjima



(Izvor: fbr)



SAKUPLJANJE KIŠNICE RAIN WATER HARVESTING – RWH

Zaštitna rešetka za lišće smanjuje održavanje



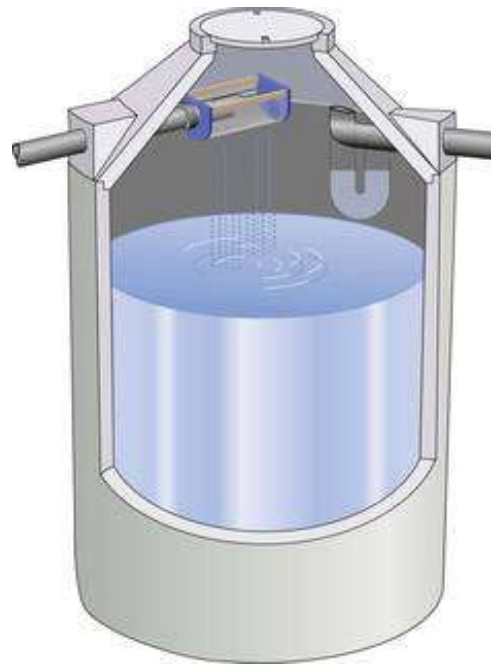
SAKUPLJANJE KIŠNICE (RWH)

Spremnici za kišnico



Nicht enthalten: Wasser-Zapfhahn + Fallrohr-Anschluß-Zubehör, Gießkanne + Deko.

Nadzemni spremniki prvenstveno za vrtno navodnjavanje (Graf)



Podzemni betonski spremnik (Mall)



Podzemni plastični spremnik (GreenLife)



SAKUPLJANJE KIŠNICE (RWH)

Spremnici za skupljanje kišnice na manjoj skali



Podzemni spremnik (Mall)



SAKUPLJANJE KIŠNICE

Spremnici za skupljanje kišnice na većoj skali



Poslovna zgrada

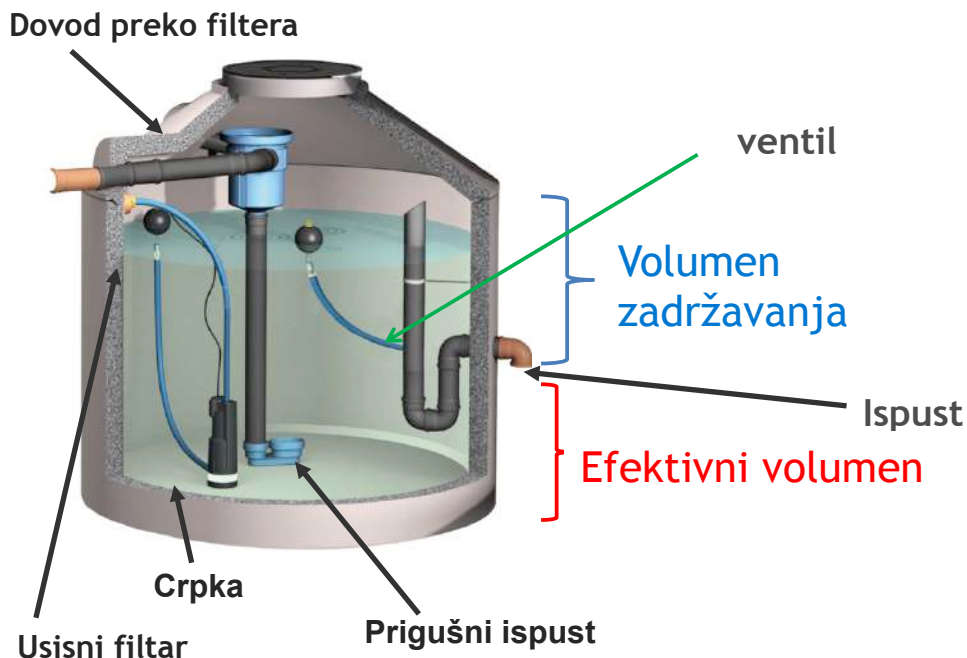
(Izvor: fbr)



Zračna luka Charles de Gaulle

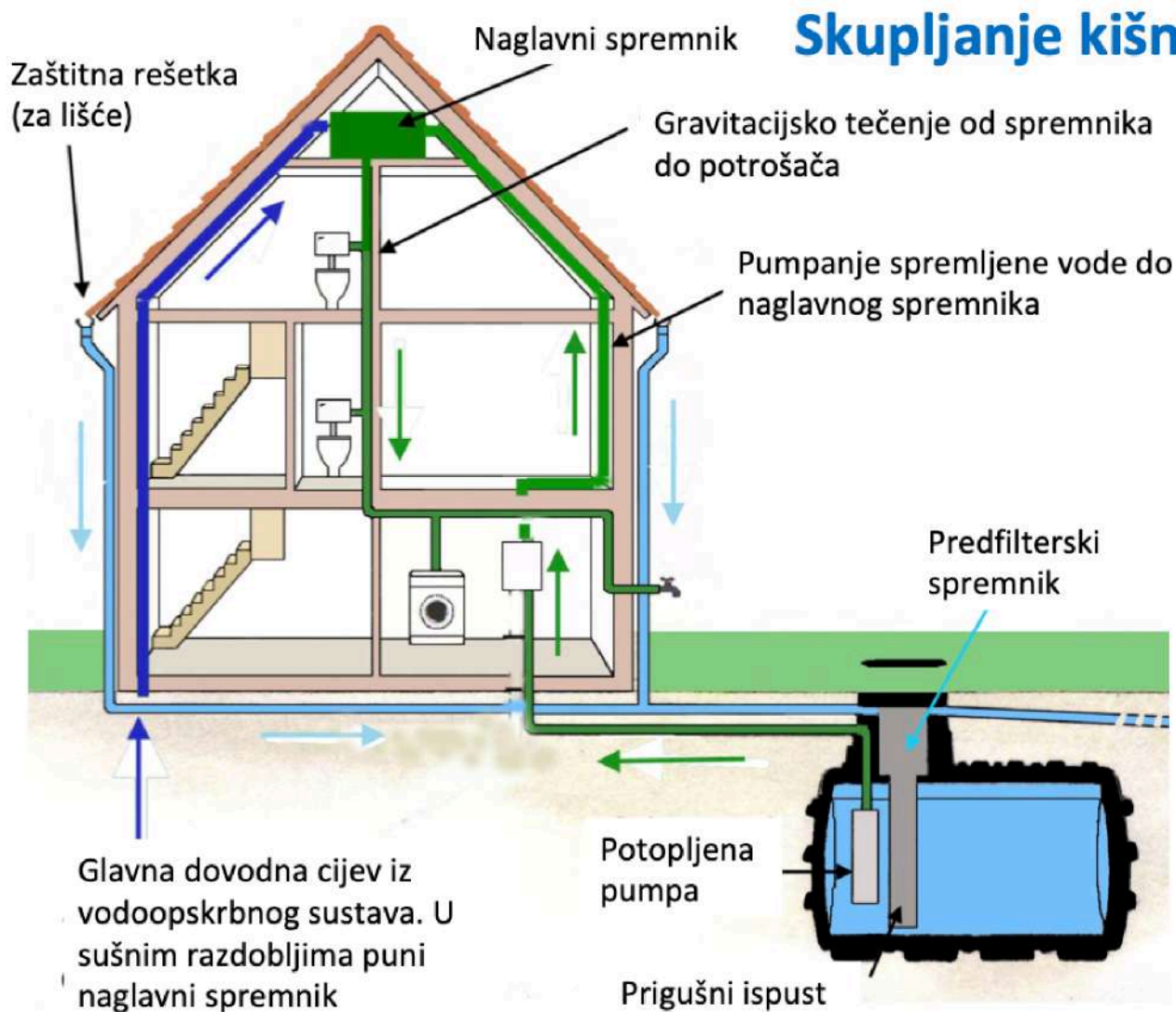
Sakupljanje kišnice u kombinaciji sa zadržavanjem

Cisterna s leptirastim ventilom



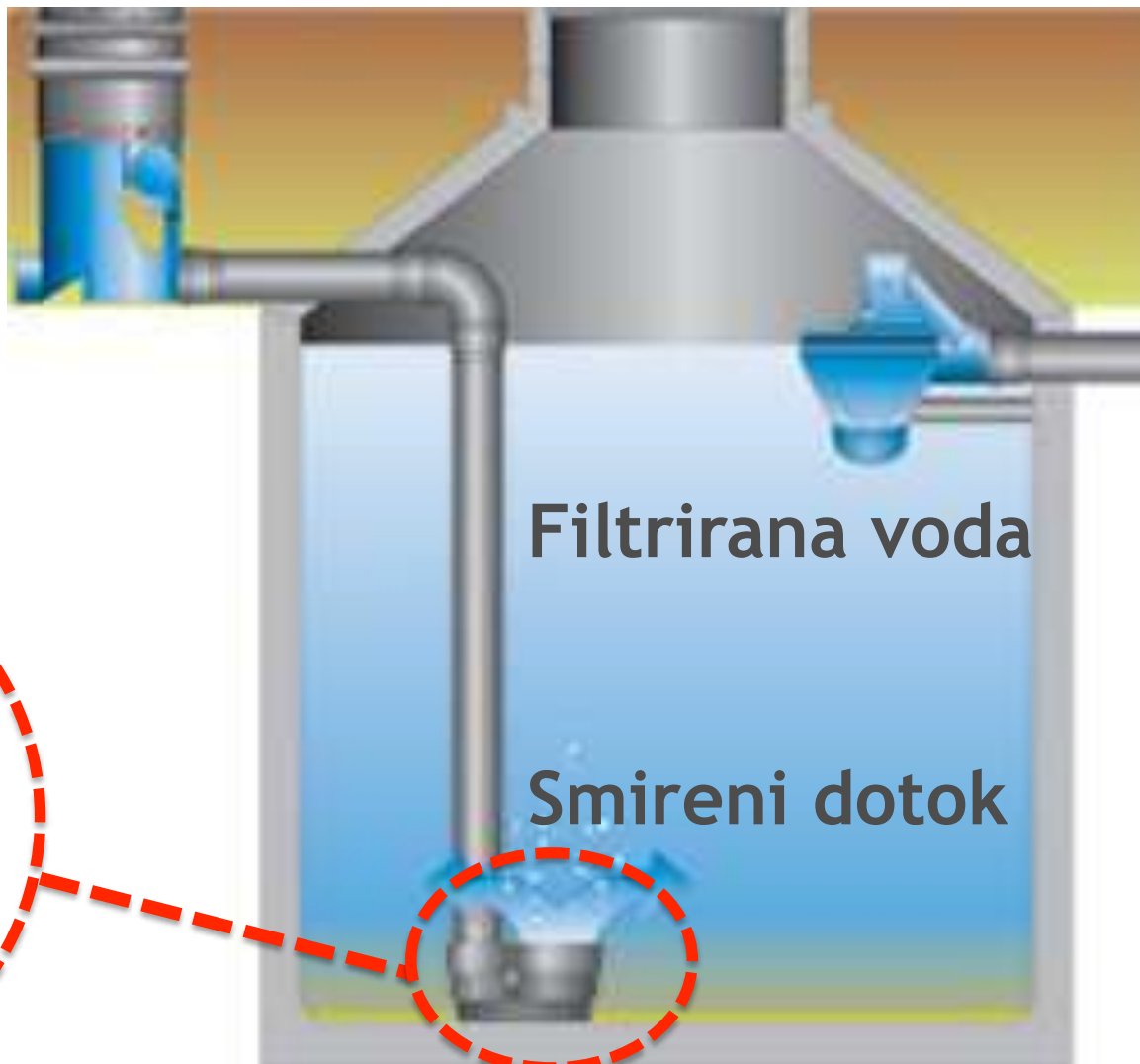
Postoji suprotnost između korištenja kišnice (spremnik bi trebao uvijek biti pun) i hidrauličkog rasterećenja kanalizacije (spremnik bi trebao stalno biti prazan kako bi se nova oborina zadržala u retenciji). Spremnici za zadržavanje (retencije) su konstruirani kao kombinirana struktura koja udovoljava oba zahtjeva. Imaju **volumen zadržavanja** koji se može kontrolirano ispustiti u kanalizaciju i dodatni fiksni **efektivni volumen** za ponovnu upotrebu oborine.





SAKUPLJANJE KIŠNICE

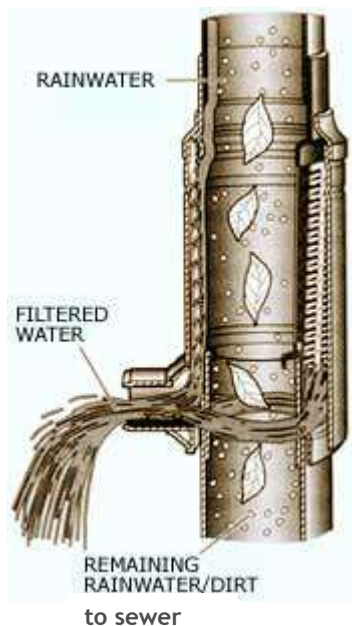
Smiruje dotok u spremnik kišnice. Tako sprječava замуćivanje sedimenta unutar bazena i osigurava opskrbu donjeg sloja vode s kisikom što zadržava cjelokupnu vodu svježom.



Prigušni ispust



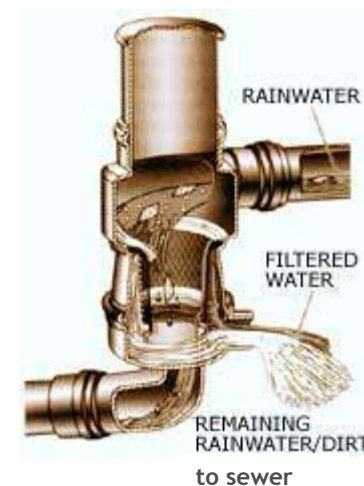
Filtri za kišnicu



Sakupljački filter oluka usmjerava 90% kišnice u spremnik kroz od 0,17 mm mrežicu od nehrđajućeg čelika.



Plutajući filter za fino usisavanje osigurava da se kišnica crpi iz najčišće razine spremnika bez čestica



Veliki vrtložni fini filter preusmjerava 90% otjecanja kišnice s krovnih površina do 500 m²

(WISY AG filtri. Izvor: John Gould and Erik Nissen-Petersen (1999) Sustavi hvatanja kišnice za kućnu opskrbu - dizajn, izgradnja i primjena)



SAKUPLJANJE KIŠNICE

Filtri za kišnicu



Filtar kišnice za krovne površine do 500 m² (Izvor: Otto Graf GmbH)

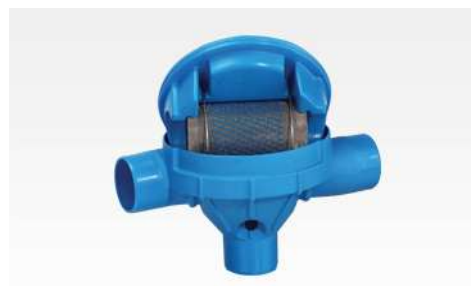


Filtar kišnice za krovne površine do 6000 m² (Izvor: INTEWA GmbH)

Filtar u cijevi



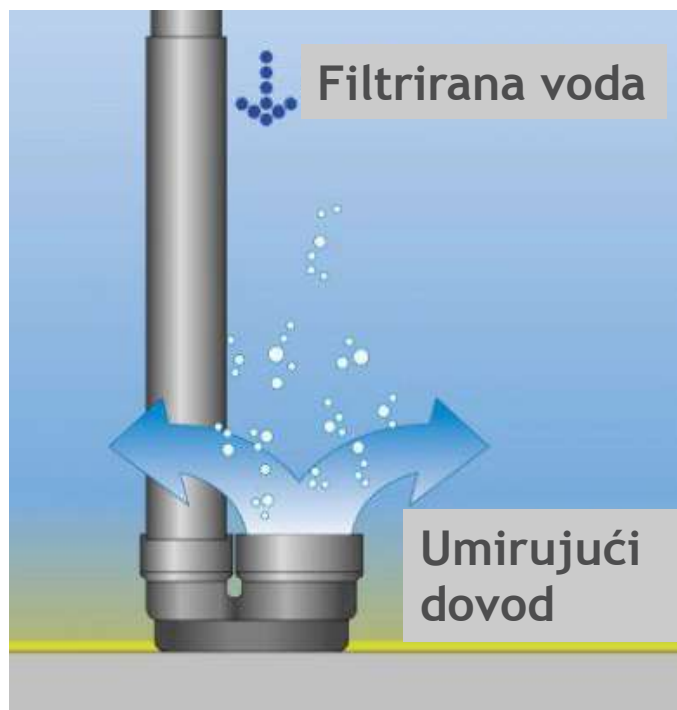
(Izvor: Wisy, AG)



Integrirani filtari za spremnike kišnice
(Izvor: 3P Technik Filtersysteme GmbH)



Umirujući dovod



(Izvor: 3P Technik Filtersysteme GmbH)



Umirujući dovod sprječava vrtloženje taloga dnu spremnika kišnice

Usisni flitar



Plutajući fini usisni filter osigurava da se kišnica pumpa iz najdublje razine spremnika te da je bez čestica

SAKUPLJANJE KIŠNICE

Crpke

ESPA



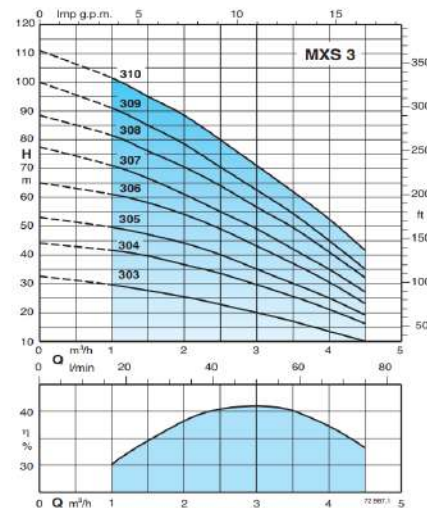
GreenLife



Intewa Rainmaster

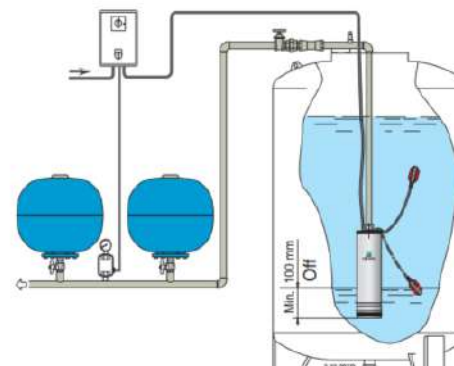


Calpeda



Karakteristična krivulja

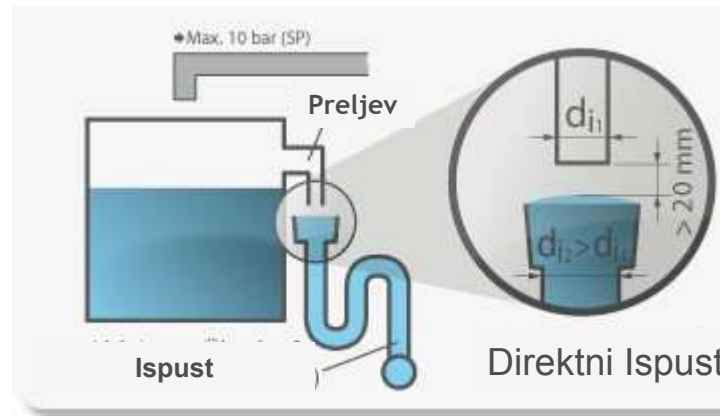
Zahtjev



Primjer instalacije



Izbjegavanje spajanje s vodovodnom mrežom



SAKUPLJANJE KIŠNICE

Kišnica do pitke vode (i piva)



Spremnik s bistrom vodom s Rainmaster Favorit SC, AQUALOOP kontrolnim sustavom i UV dezinfekcijom



AQUALOOP Tap Comfort 1,600 l/d



AQUALOOP jednomembranski modul s membranom i kontrolnim sustavom

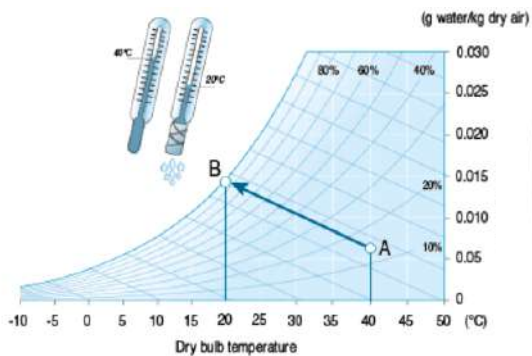
(Izvor: INTEWA GmbH; <https://www.intewa.de/produkte/aqualoop/referenzen/projekte/ihre-haus-wasserquellen/>)



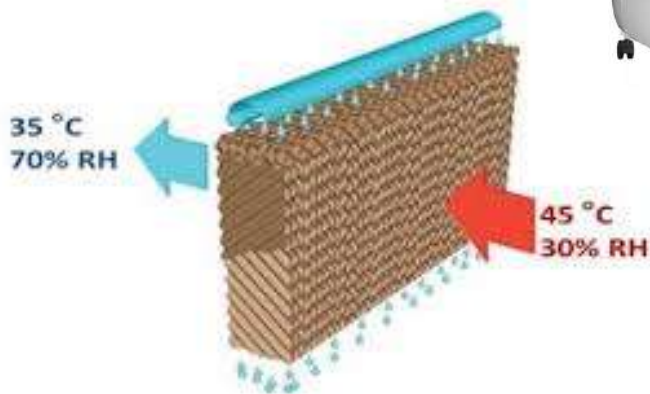
SAKUPLJANJE KIŠNICE

Adiabatsko hlađenje kišnicom

1 kW_{elec.} + 100 litara ima snagu hlađenja od 70 kW



Adiabatic humidification



Hlađenje električnom energijom ima max. Snagu hlađenja 3.2 kW

Kühlen
3.20 < EER
3.20 ≥ EER > 3.00
3.00 ≥ EER > 2.80
2.80 ≥ EER > 2.60
2.60 ≥ EER > 2.40
2.40 ≥ EER > 2.20
2.20 ≥ EER

Energie
Hersteller
Außengerät
Innengerät

Sehr effizient

A

B

C

D

E

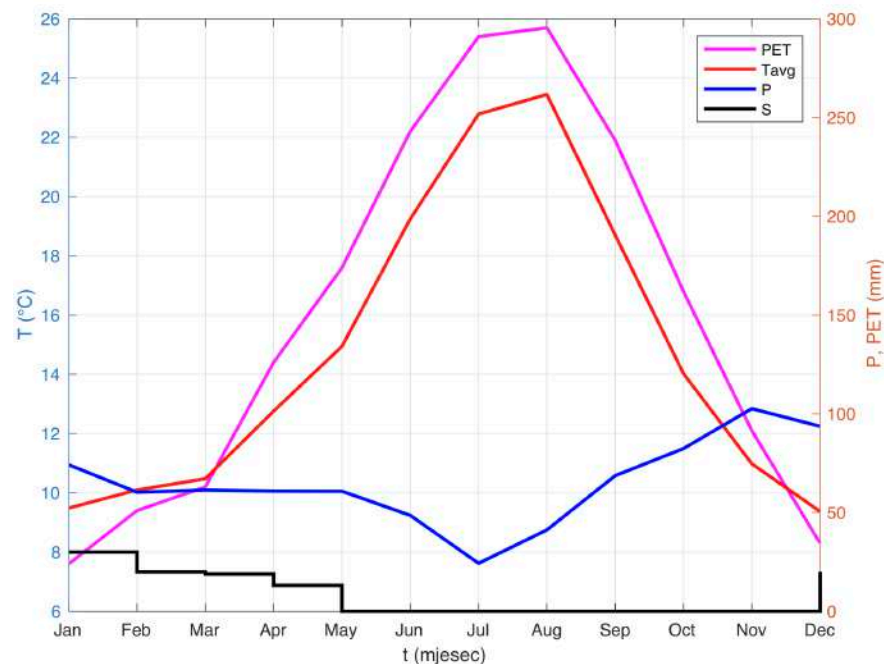
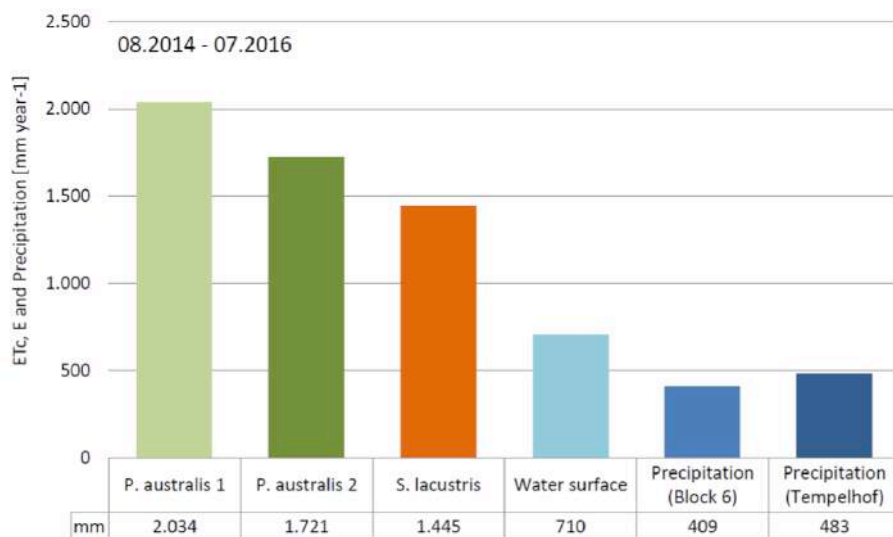
F

G

Wenig effizient



Evapotranspiracija u gusto naseljenim urbanim područjima



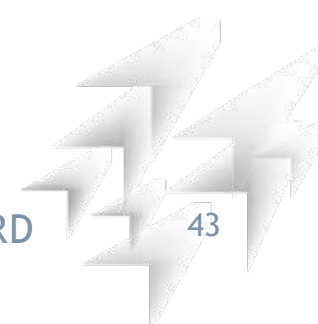
Godišnja bilanca oborine (P), potencijalne evapotranspiracije (PET), vlage u tlu (S) i temperature zraka (T_{avg}) - SPLIT ZRAČNA LUKA

Trska tijekom jednog ljetnog mjeseca evapotranspirira količinu vode koliko i jedno stablo tijekom cijele godine!

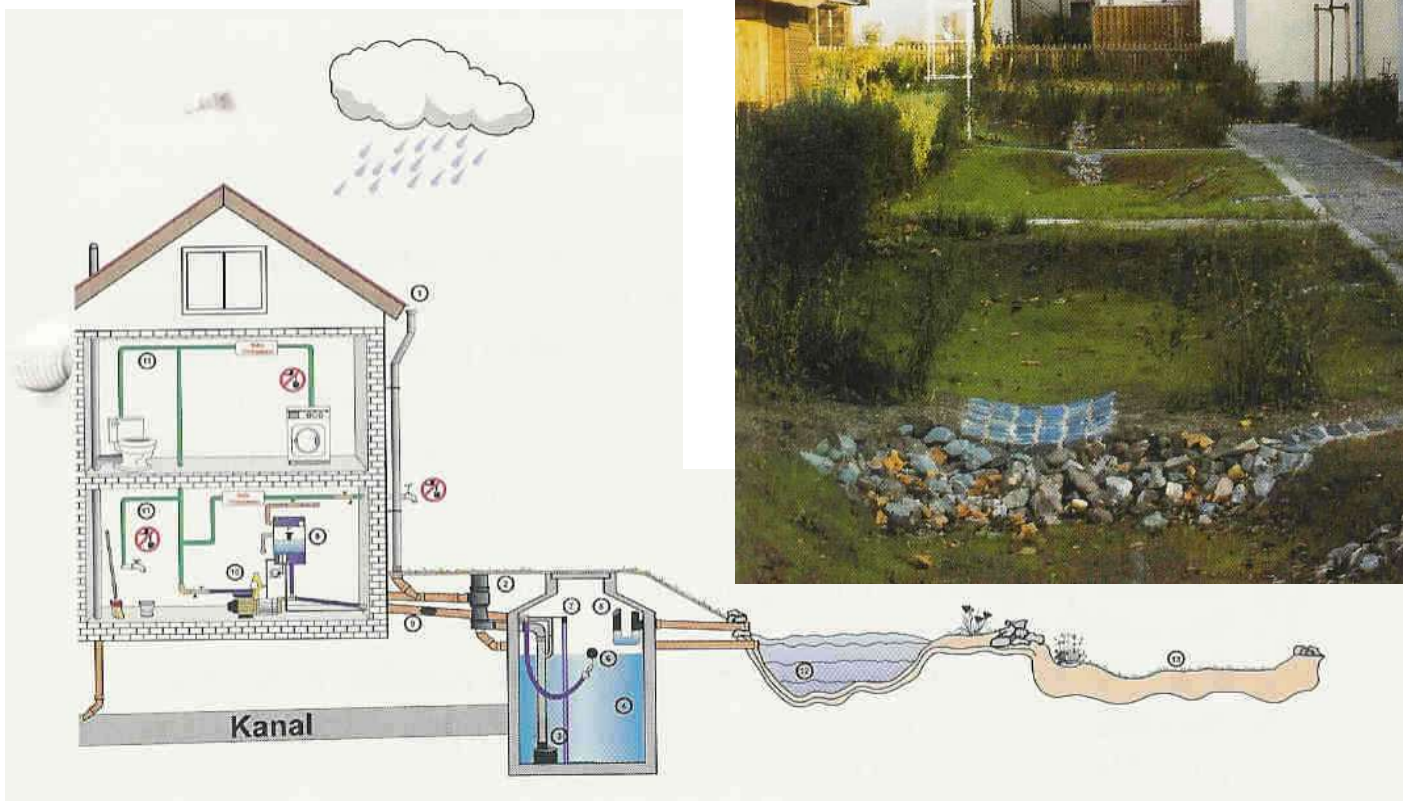


Koristi od sakupljanja kišnice

- Kišnica je relativno čista i njena kvaliteta je obično dovoljna za mnoge primjene s malim ili čak nikakvim tretmanom
- Kišnica ima malu slanost i može se ponovo upotrijebiti u nekoliko primjena gdje je potrebna demineralizirana voda, kao za pranje rublja, hlađenje i u industriji
- Može uštedjeti do 50% potrošnje vode u domaćinstvu
- Smanjuje troškove energije za hlađenje:
1 m³ **evaporirane** kišnice **oslobađa 680 kWh energije**
- Smanjuje opterećenje oborinske kanalizacije i poplave u urbanim područjima
- Sakupljanje kišnice je fleksibilna tehnologija i može se dizajnirati tako da ispuni gotovo sve potrebe
- Pridonosi neovisnosti u opskrbi vodom



Sakupljanje kišnice u kombinaciji s upojnom površinom



ZADRŽAVANJE KIŠNICE

Opsežni zeleni krovovi



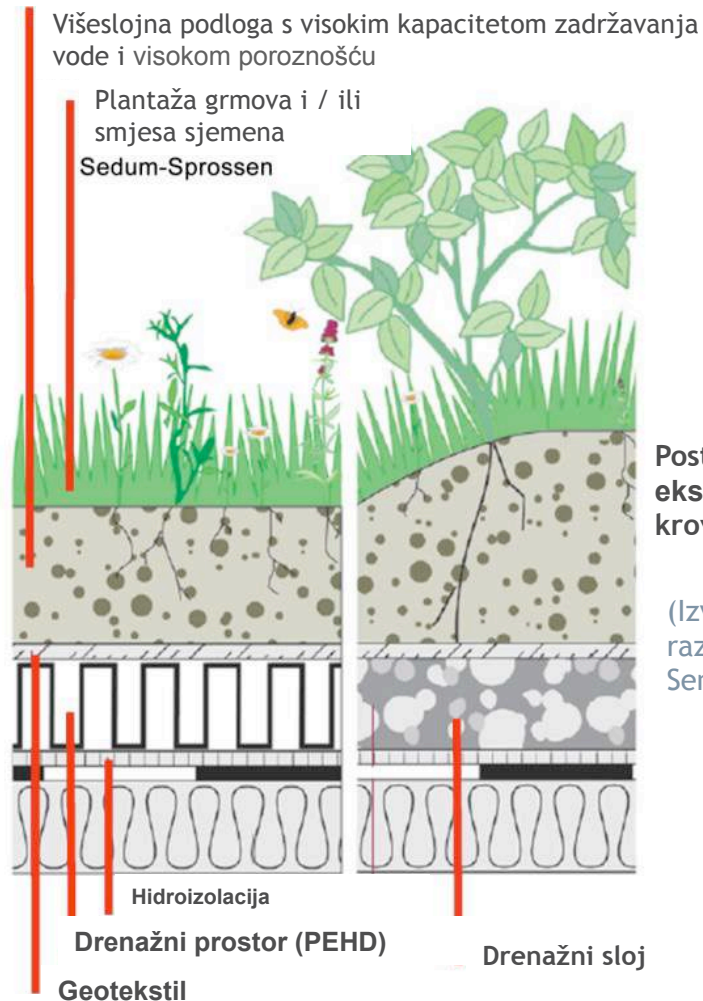
(Izvor: Nolde i Partner)



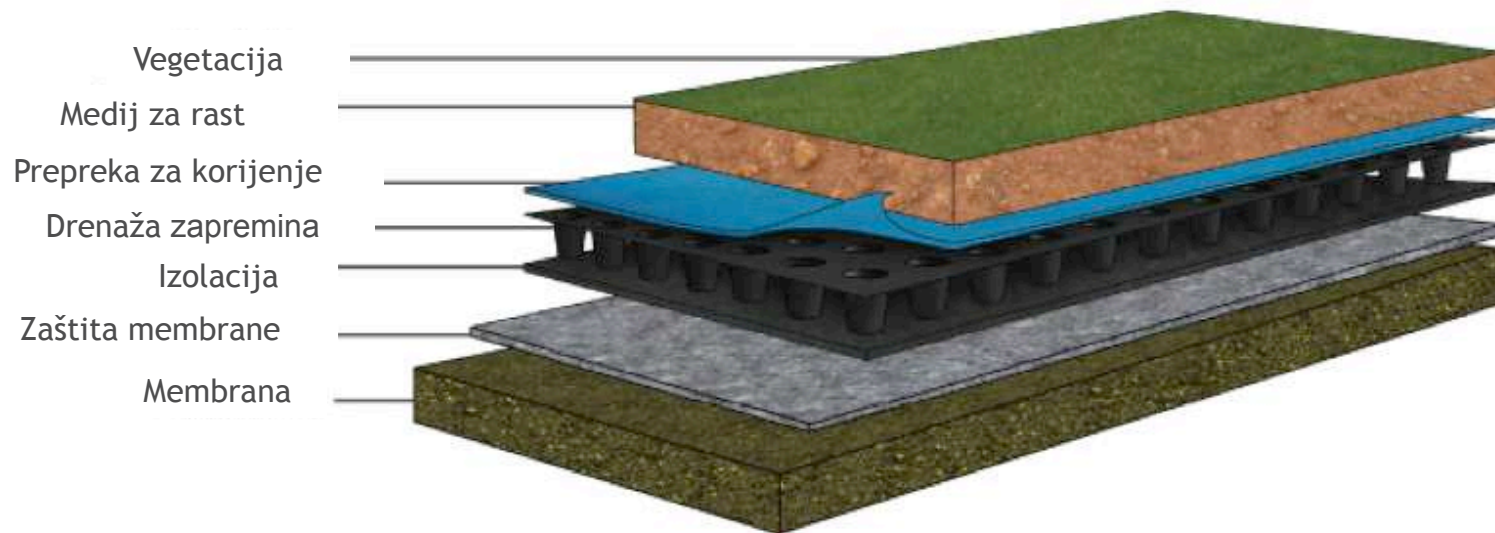
Zeleni krovovi



Zeleni krov, Alexa, Berlin (Foto: FBB, G. Mann)



Shematski dijagram višeslojnog sustava zelenog krova

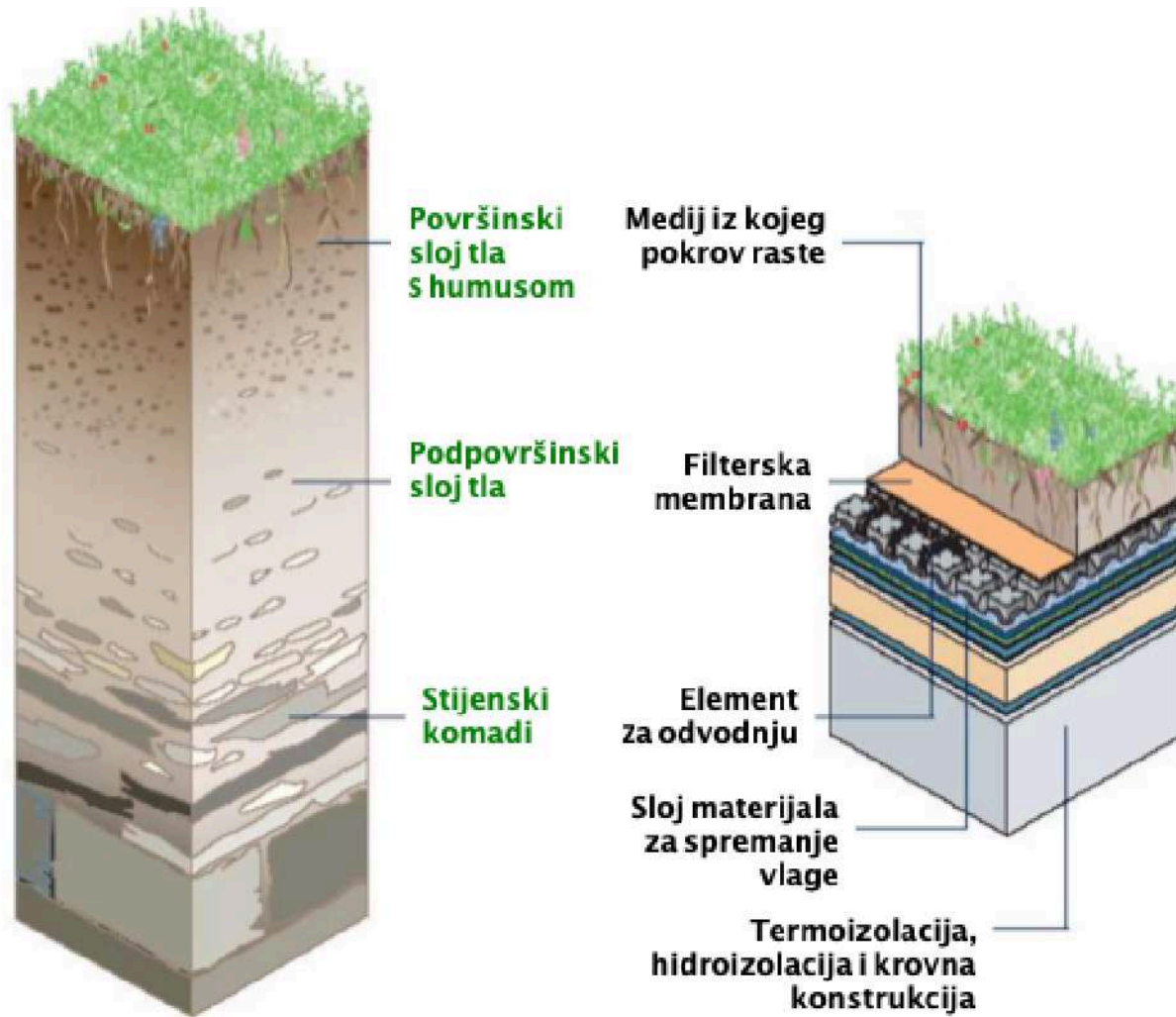


(Izvor: Savez zelene gradnje

<https://www.go-gba.org/resources/green-building-methods/green-roofs/#lightbox/1/>)



Shematski dijagram višeslojnog sustava zelenog krova



Zeleni krovovi



(Izvor: Optigrün)



ZADRŽAVANJE KIŠNICE

Ozelenjavanje fasada i zidova



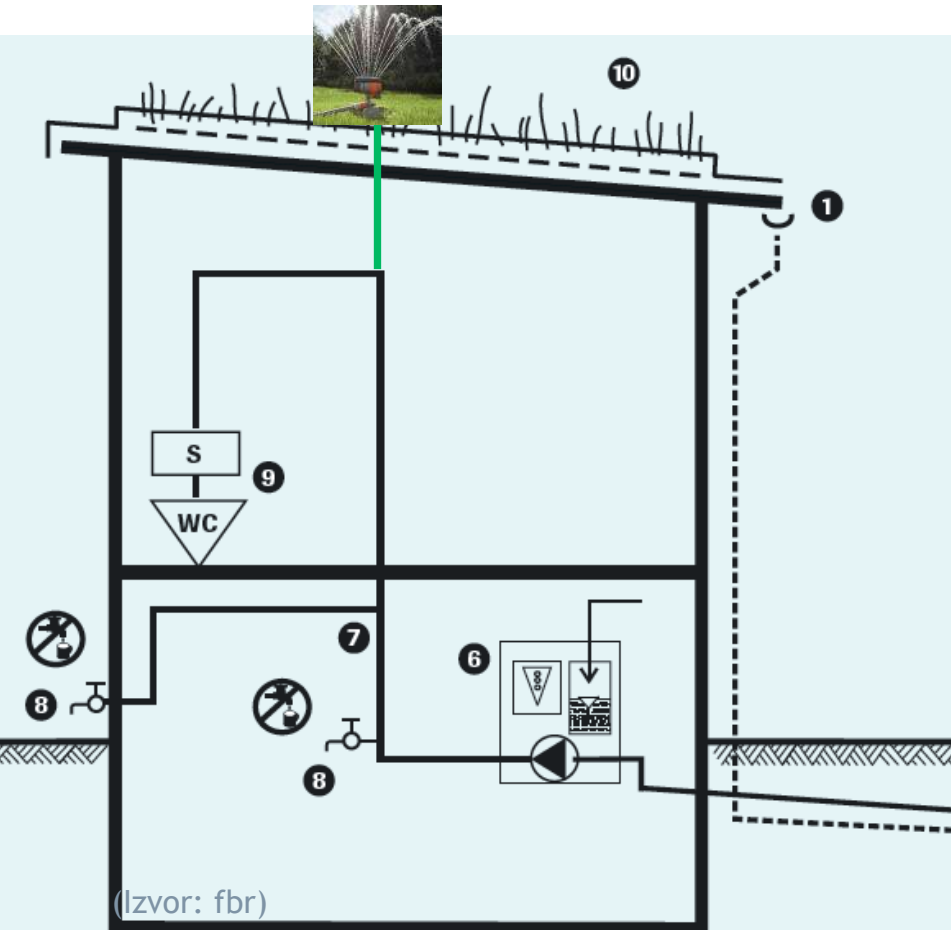
Prizemno fasadno ozelenjavanje Virginia puzavicom u Berlinu-Schöneberg (Foto: D. Kaiser)



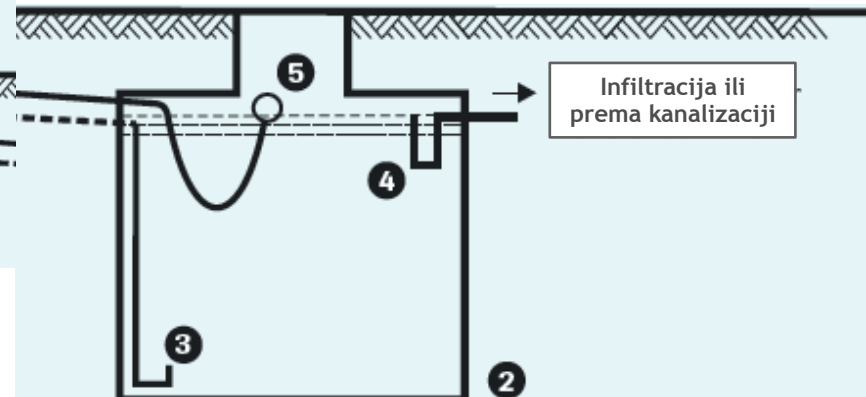
Povezani sustav ozelenjavanja fasada u spremnicima, institut za fiziku u Berlinu Adlershof (Foto: M. Schmidt)



KOMBINACIJA SAKUPLJANJA KIŠNICE SA ZELENIH KROVOVIMA



- 1 Krovni oluk
- 2 Spremnik kišnice (npr. betonski ili plastični)
- 3 Prigušni ispust
- 4 Preljev sa filtrom za neugodne mirise
- 5 Usisni filtar (plutajući)
- 6 Sustav opskrbe kišnicom s crpkom, upravljačkom pločom i pričuvnim sustavom za pitku vodu
- 7 Servisne cijevi za vodu
- 8 Slavina
- 9 Zahodska školjka
- 10 Zeleni krov



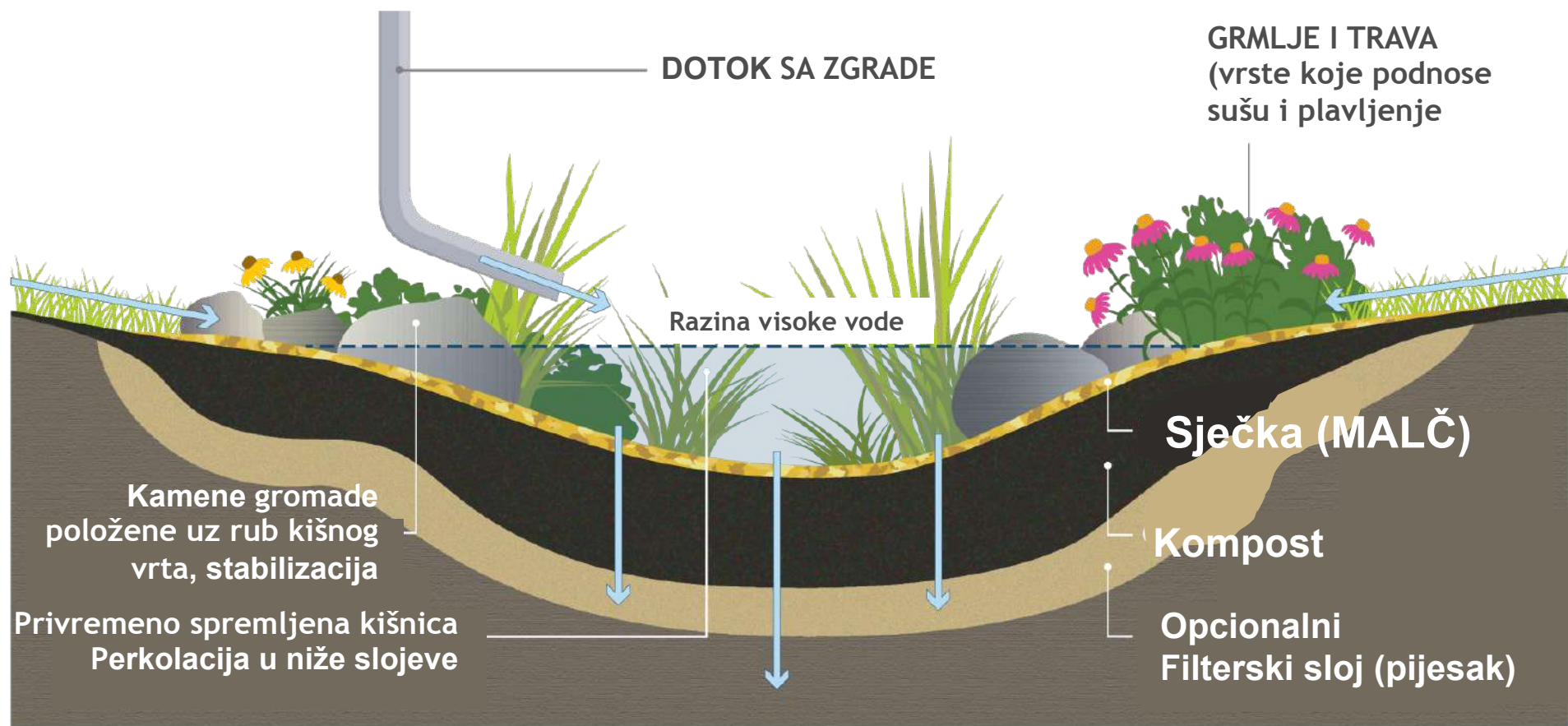
3.2 Kišni vrtovi



(Izvor: <https://www.surfrider.org/coastal-blog/entry/cape-fear-chapter-installs-york-residential-rain-garden-in-north-carolina>)



Presjek kišnog vrta

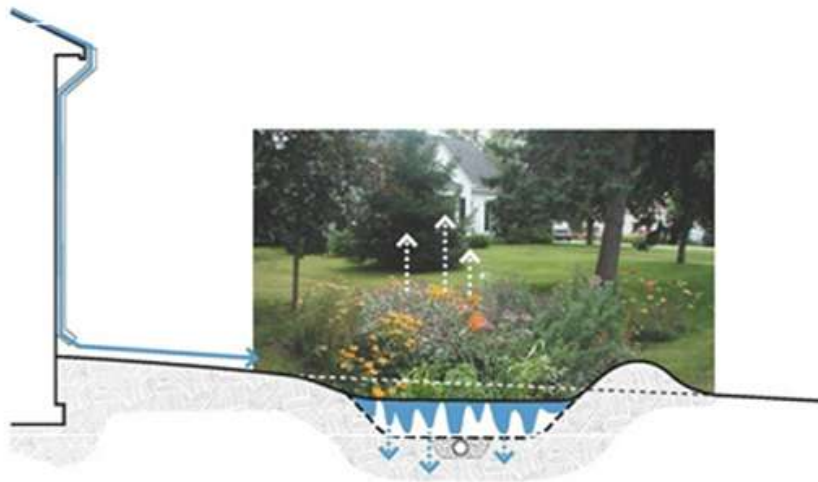


(Izvor: Toronto and Region Conservation Authority; <https://trca.ca/news/complete-guide-building-maintaining-rain-garden/>)



INFILTRACIJA

KIŠNI VRTOVI – BIORETENCIJE NA PRIVATNIM I JAVNIM POVRŠINAMA



Block 6 - Berlin: 100% odvojenost od kanalizacije Zeleni krovovi, evapotranspiracija, infiltracija i biološka raznolikost

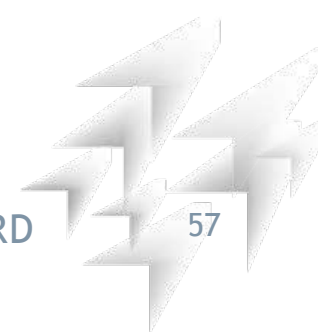
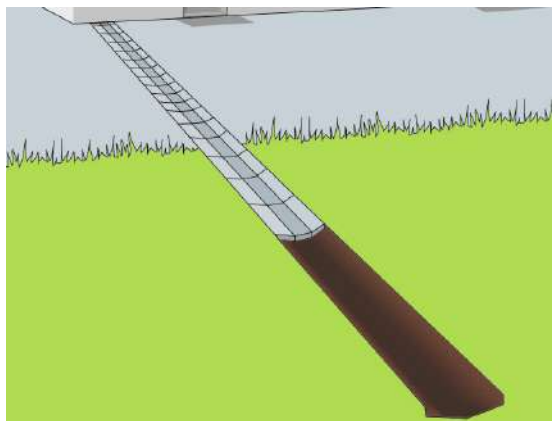


Izgrađeno močvarno područje u središtu Berlina

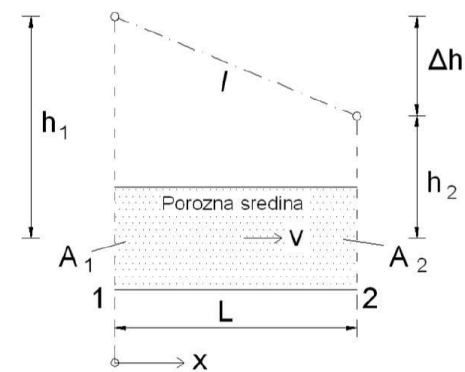
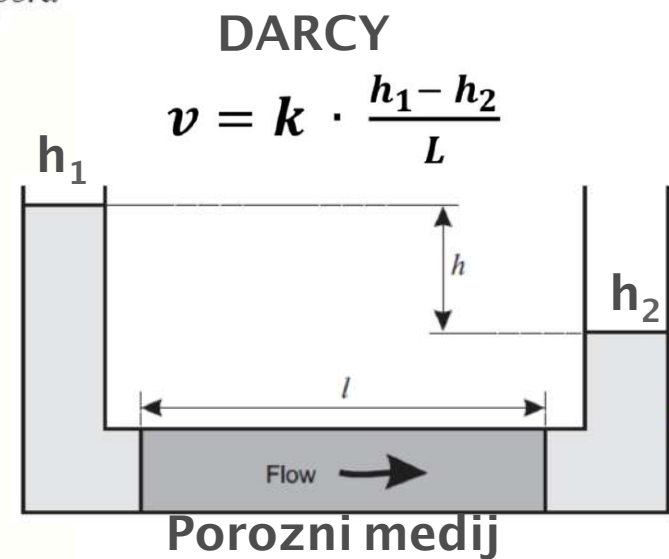
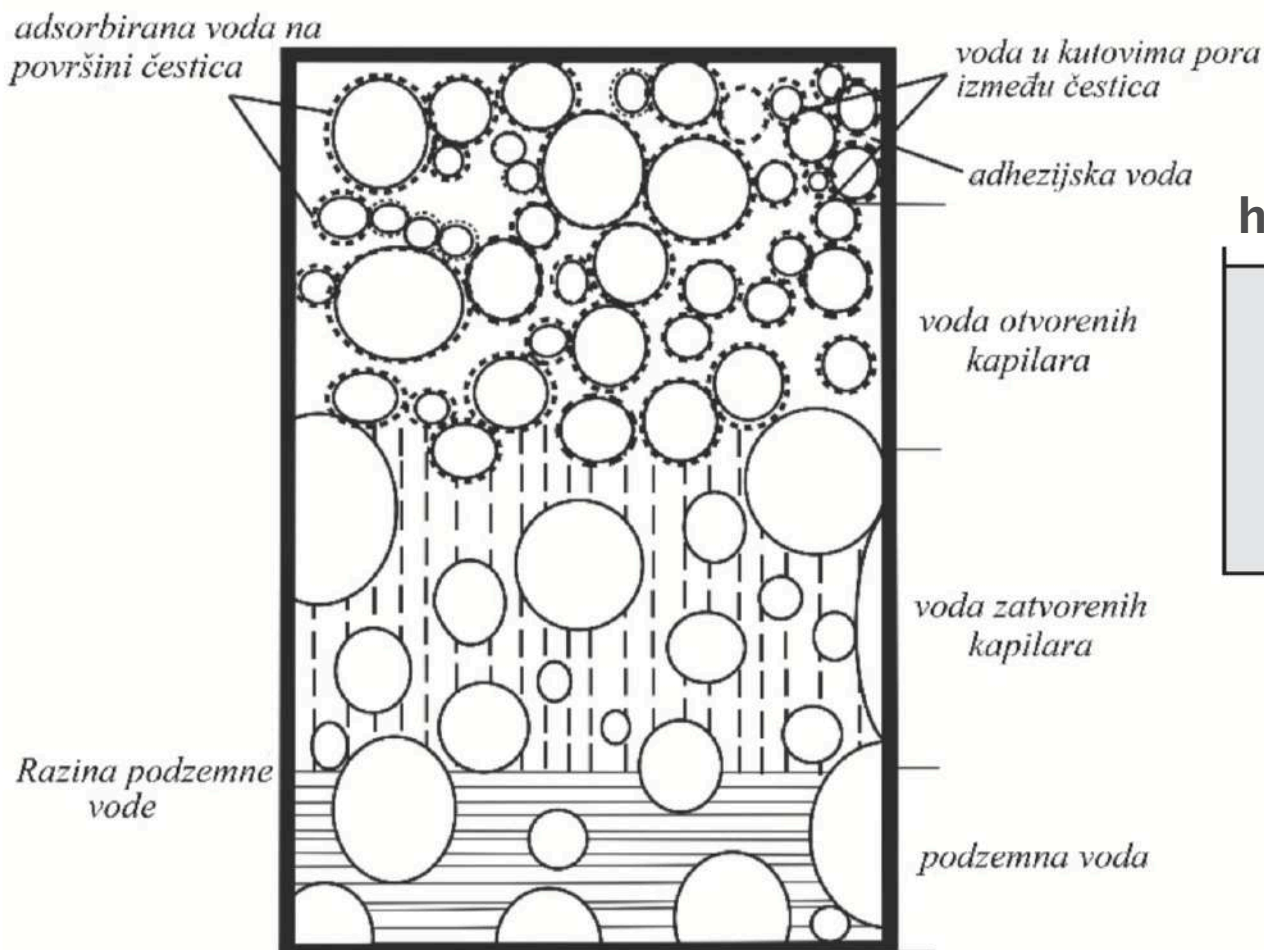


3. Infiltracija

Ozelenjeni infiltracijski kanali i površinska infiltracija



INFILTRACIJA



(Izvor: Petrinjak, I. et al., 2018)



$$v = k \cdot \frac{h_1 - h_2}{L}$$

Darcyjev koeficijent filtracije se može izraziti jednačbom:

$$k = \frac{\rho g}{\mu} \cdot p$$

gdje je:

p [m^2]

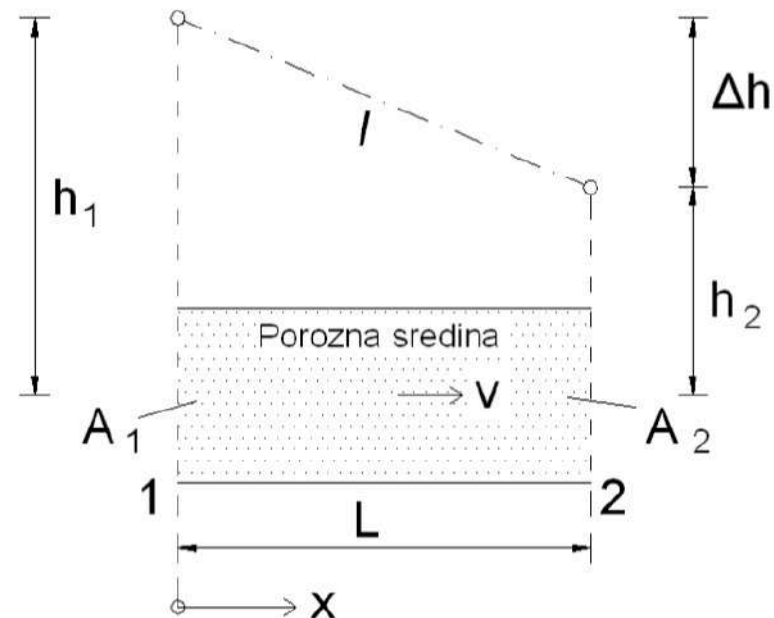
ρ [kg/m^3]

μ [$\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$]

propusnost (permeabilnost) porozne sredine koja ovisi o obliku i rasporedu zrna koje ju formiraju (ne o fluidu koji teče poroznom sredinom). Obično je $p = f(d^2)$

gustoća fluida koji protječe

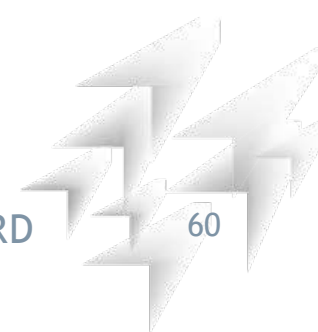
dinamički koeficijent viskoznosti fluida koji protječe





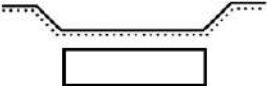

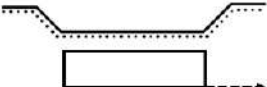

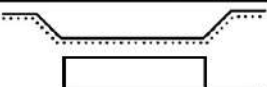

Klasifikacija tla prema propusnosti

Stupanj propusnosti	Vrijednosti koeficijenta propusnosti k [m/s]
Visoki	$> 10^{-3}$
Srednji	$10^{-3} - 10^{-5}$
Niski	$10^{-5} - 10^{-7}$
Vrlo niski	$10^{-7} - 10^{-9}$
Praktički nepropustan	$< 10^{-9}$

(Izvor: Petrinjak, I. et al., 2018)



Odabir tehnologija infiltracije u različitim uvjetima tla i područja

Propusnost				Postupak odabira sustava upravljanja kišnicom	
Katg. tla	Propusnost	k_f od	k_f do	Niska raspoloživost površina za izgradnju (1)	visoka dostupnost površina za izgradnju (2)
II	visoka	$1 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-6}$	 infiltracijski kanal	 Infiltracijski kanal 10:1
II	srednja	$5 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-6}$	 Infiltracijski kanal u kombinaciji s infiltracijskim rovom bez drenaže dna rova	 Infiltracijski kanal 6:1
III	niska	$2 \cdot 10^{-6}$	$7 \cdot 10^{-7}$	 Infiltracijski kanal u kombinaciji s infiltracijskim rovom s drenažom	 Infiltracijski kanal 4:1
IV	Vrlo niska	$7 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-7}$	 Infiltracijski kanal u kombinaciji s infiltracijskim rovom s kontroliranom drenažom	 Infiltracijski kanal 2:1

(1) Omjer povezane nepropusne površine s infiltracijskom površinom je 10: 1

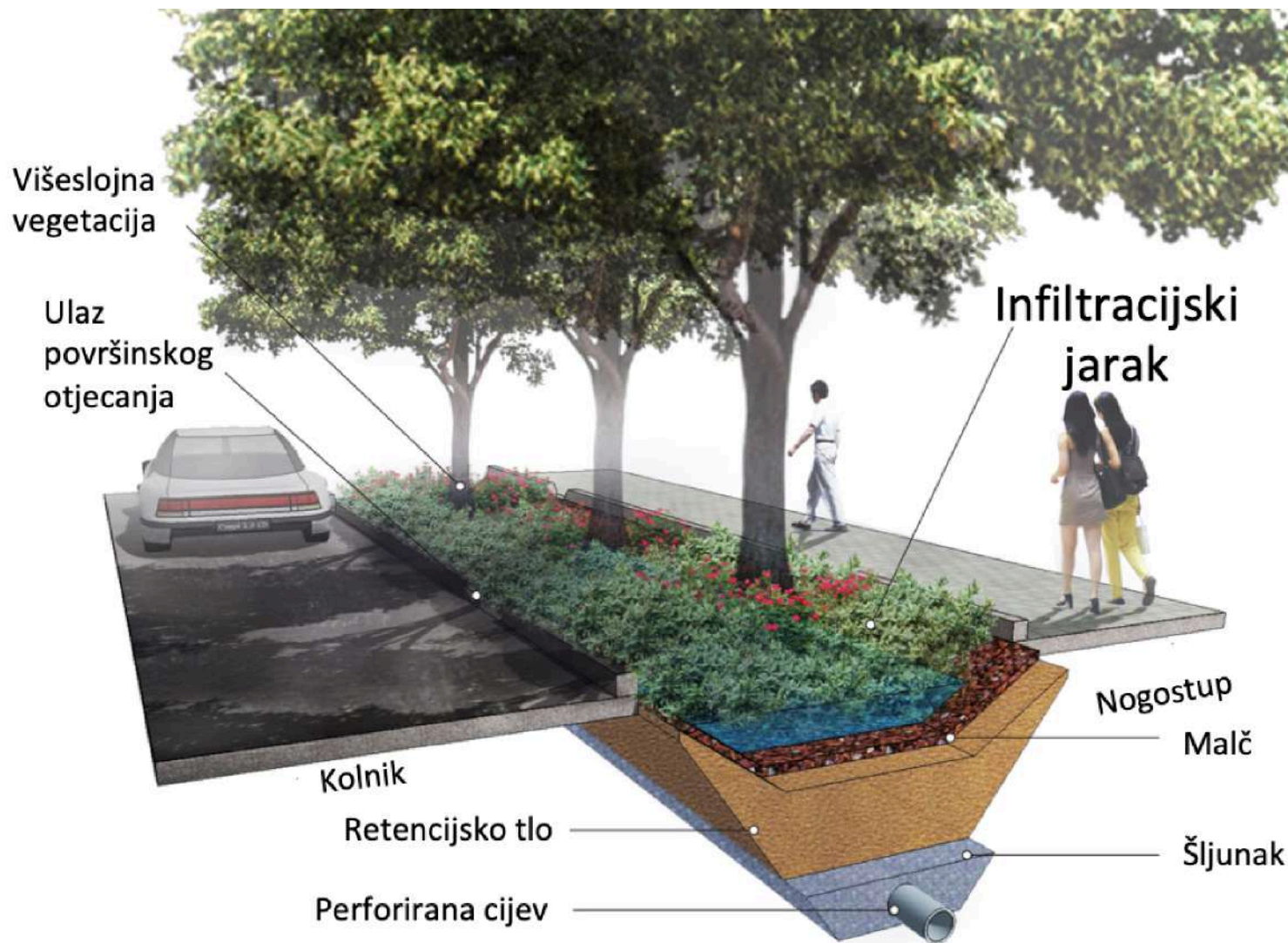
(2) Omjer povezane nepropusne površine s infiltracijskom površinom: kako je naznačeno

(3) K_f vrijednost koeficijenta propusnosti (m/s)

(Izvor: Adapted from Londong i Nothgnagel, 1999)



INFILTRACIJA



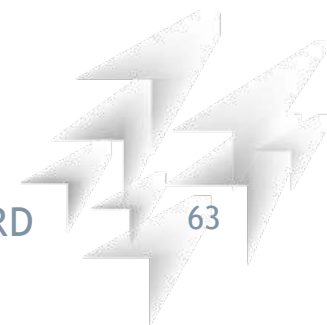
Infiltracijski rovovi



(Izvor: <https://sustainablestormwater.org/2007/05/23/infiltration-trenches/>)



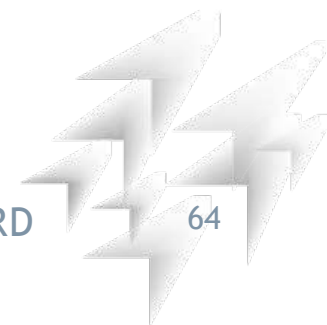
(Izvor: Minnesota Stormwater Manual)



Propusnost tla

- Propusnost tla je glavni čimbenik utjecaja koji određuje je li infiltracija kišnice primjenjiva na određenom mjestu, a također utječe na izbor tehnologije
- Propusnost tla određuje se putem koeficijenta filtracije k
- Tehnički relevantan raspon koeficijenta k za infiltraciju kišnice je između 1×10^{-3} (86 m / d) i samo 1×10^{-6} m/s (86 mm / d)

Na primjer, s k vrijednostima većim od 10^{-3} m/s kišnica se infiltrira bez da se dovoljno obrađuje fizičkim / kemijskim i biološkim postupcima u gornjem sloju tla. S k vrijednostima manjim od 10^{-6} , kišnica će se akumulirati na tlu i vrlo sporo se infiltrirati u tlo.



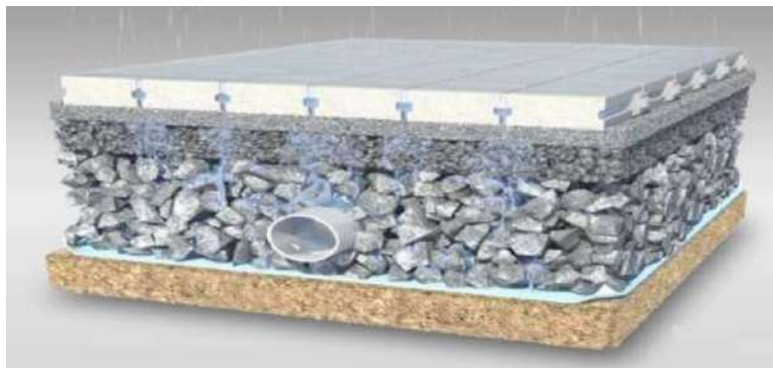
3.1 Propusni pločnici/ zelene rešetke



(Izvor: Sieker)



3.1 Propusni pločnici/ zelene rešetke



(Izvor: Chetan R Shah, RAINWATER HARVESTING AND REDUCING WATER LOGGING PROBLEM BY USING PERMEABLE CONCRETE)

Propusni beton s visokom poroznošću može biti dobro rješenje za parkirne površine, prometne površine slabijeg intenziteta. Osim funkcije akumuliranja kišnice, i filtracije, u klimatskim uvjetima gdje smrzavanje površinske vode predstavlja opasnost za pješake, ove površine mogu pružiti dodatnu sigurnost.



Propusni pločnici

Propusno popločavanje



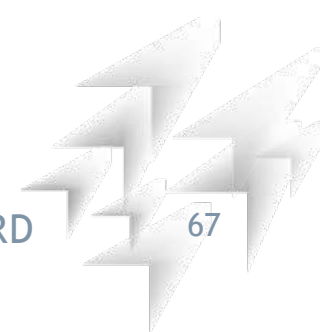
Propusni beton



Propusni asfalt



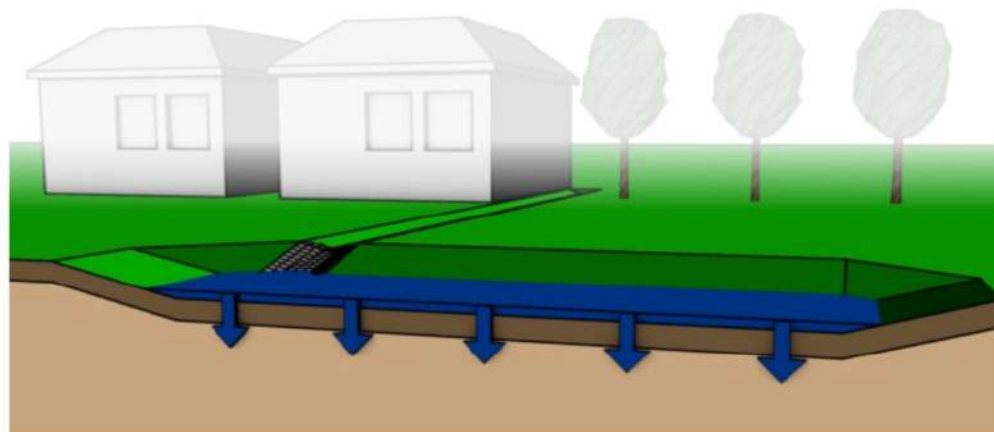
(Izvor: USGS Wisconsin Water Science Center)



3.3 Infiltracijski kanali



Infiltracijski kanal u Rummelsburger Bucht, Berlin
(Foto: Sieker)



Shematski dijagram jednog infiltracijskog kanala: s dotokom, nadzemnom površinom za zadržavanje i infiltracijom (Izvor: Sieker)



Infiltracijski kanali



(Izvor: Sieker)



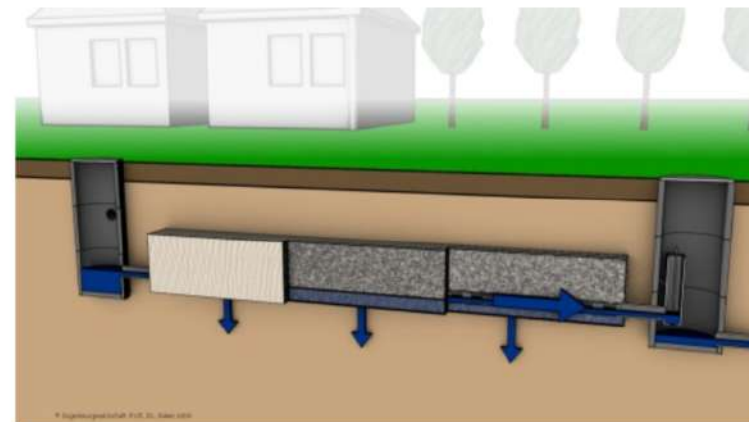
3.5 Plastični blokovi za infiltraciju i retenciju oborinskih voda



Pogled na dno odvodne jame
(Foto: Sieker)



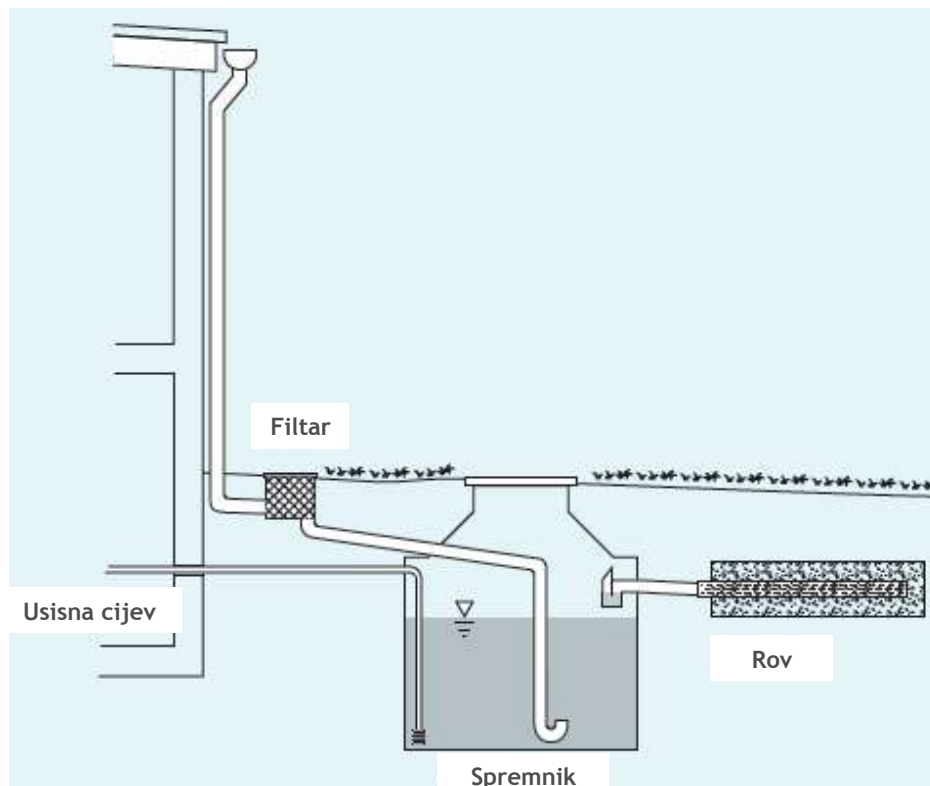
Postavljanje infiltracijskog rova s
materijalom za punjenje (Foto: Sieker)



Shematski dijagram jednog infiltracijskog rova s
taložnom komorom na dovodu i kontroliranim
odvodom material (Izvor: Sieker)



Sakupljanje kišnice u kombinaciji s infiltracijskim rovom



(Izvor: fbr)



3.5 Plastični blokovi za infiltraciju i retenciju oborinskih voda



3.5 Plastični blokovi za infiltraciju i retenciju oborinskih voda



Roofbloxx



- kompletan sustav za izradu retencije oborinske vode na ravnom krovu, za plave, zelene i plavo-zelene krovove
- modularni sustav prilagodljiv raspoloživoj površini
- izrađen od 100% reciklabilnog polipropilena
- visina akumulacije po izboru zahvaljujući sustavu dostupnom u tri visine (85 mm, 125 mm i 165 mm)
- visoka nosivost sustava (800 kN/m²)
- korisna zapremnina 90%
- upojna površina 53% od ukupne

Stormbrixx SD / HD



- sustav plastičnih skladišnih blokova za zbrinjavanje oborinske vode u tlu
- pogodan za povremen promet osobnih i interventnih/komunalnih vozila (ACO Stormbrixx SD)
- pogodan za povremen promet kamiona i kamiona s prikolicom (ACO Stormbrixx HD)
- inspekcija i čišćenje mogući kroz cijeli sustav
- jednostavna ugradnja
- zauzima malo prostora kod skladištenja
- visok koeficijent korisnog volumena



3.5 Plastični blokovi za infiltraciju i retenciju oborinskih voda



Roofbloxx



- kompletan sustav za izradu retencije oborinske vode na ravnom krovu, za plave, zelene i plavo-zelene krovove
- modularni sustav prilagodljiv raspoloživoj površini
- izrađen od 100% reciklabilnog polipropilena
- visina akumulacije po izboru zahvaljujući sustavu dostupnom u tri visine (85 mm, 125 mm i 165 mm)
- visoka nosivost sustava (800 kN/m²)
- korisna zapremnina 90%
- upojna površina 53% od ukupne

Stormbrixx SD / HD

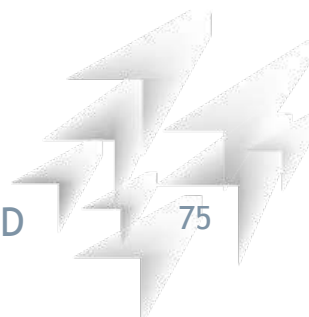


- sustav plastičnih skladišnih blokova za zbrinjavanje oborinske vode u tlu
- pogodan za povremen promet osobnih i interventnih/komunalnih vozila (ACO Stormbrixx SD)
- pogodan za povremen promet kamiona i kamiona s prikolicom (ACO Stormbrixx HD)
- inspekcija i čišćenje mogući kroz cijeli sustav
- jednostavna ugradnja
- zauzima malo prostora kod skladištenja
- visok koeficijent korisnog volumena

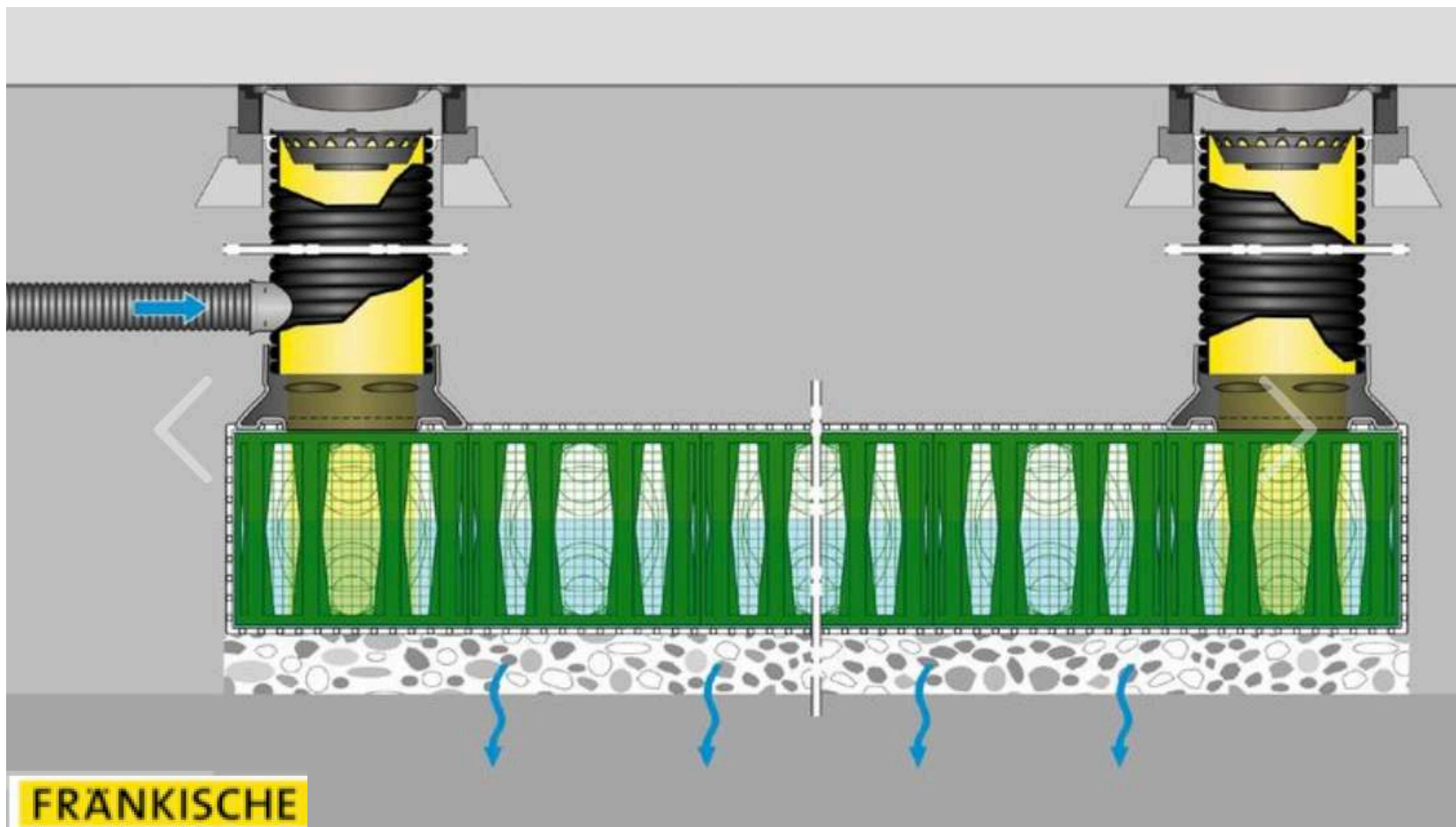


3.5 Plastični blokovi za infiltraciju i retenciju oborinskih voda

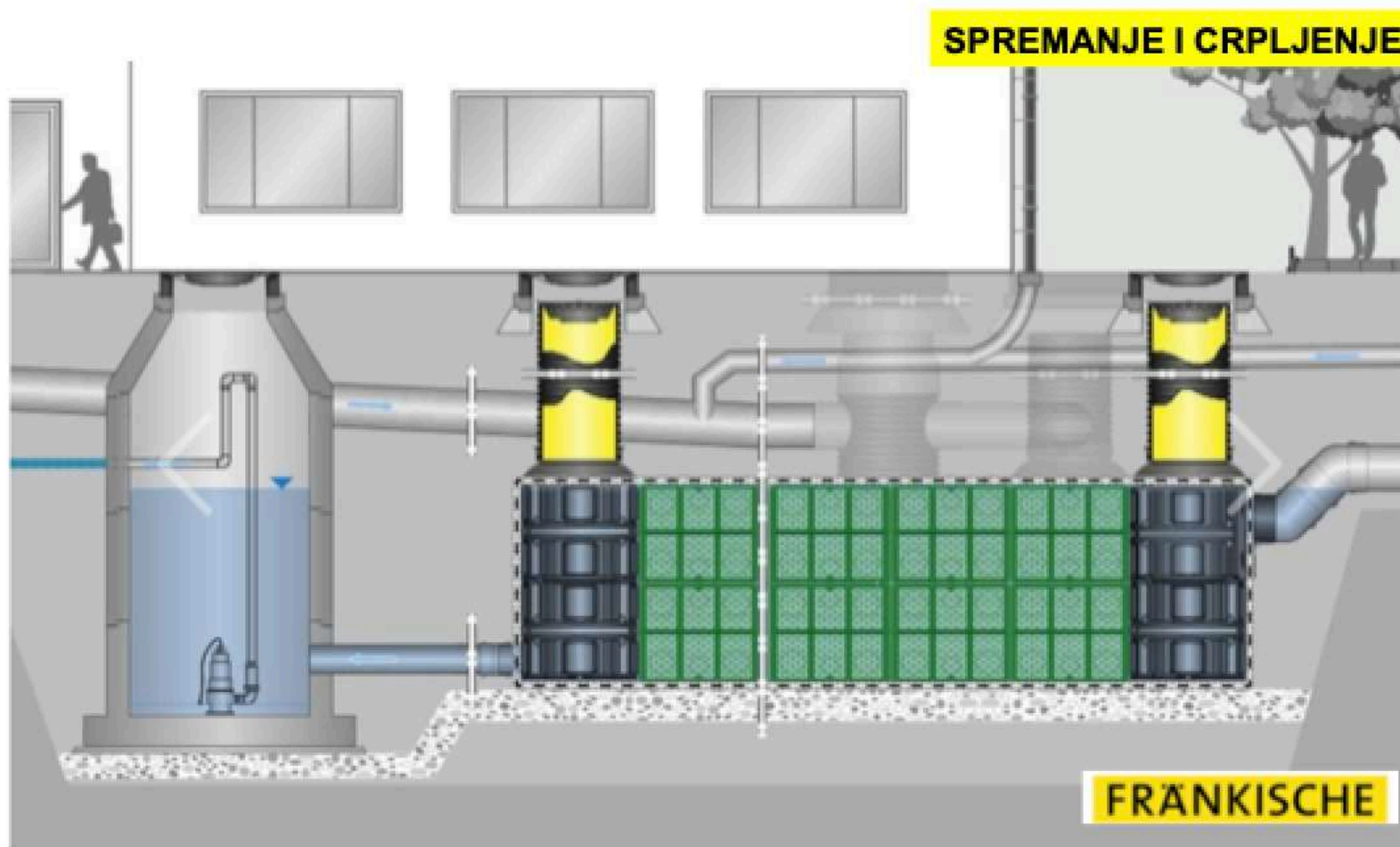
FRANKISCHE



3.5 Plastični blokovi za infiltraciju i retenciju oborinskih voda



3.5 Plastični blokovi za infiltraciju i retenciju oborinskih voda



3.5 Plastični blokovi za infiltraciju i retenciju oborinskih voda

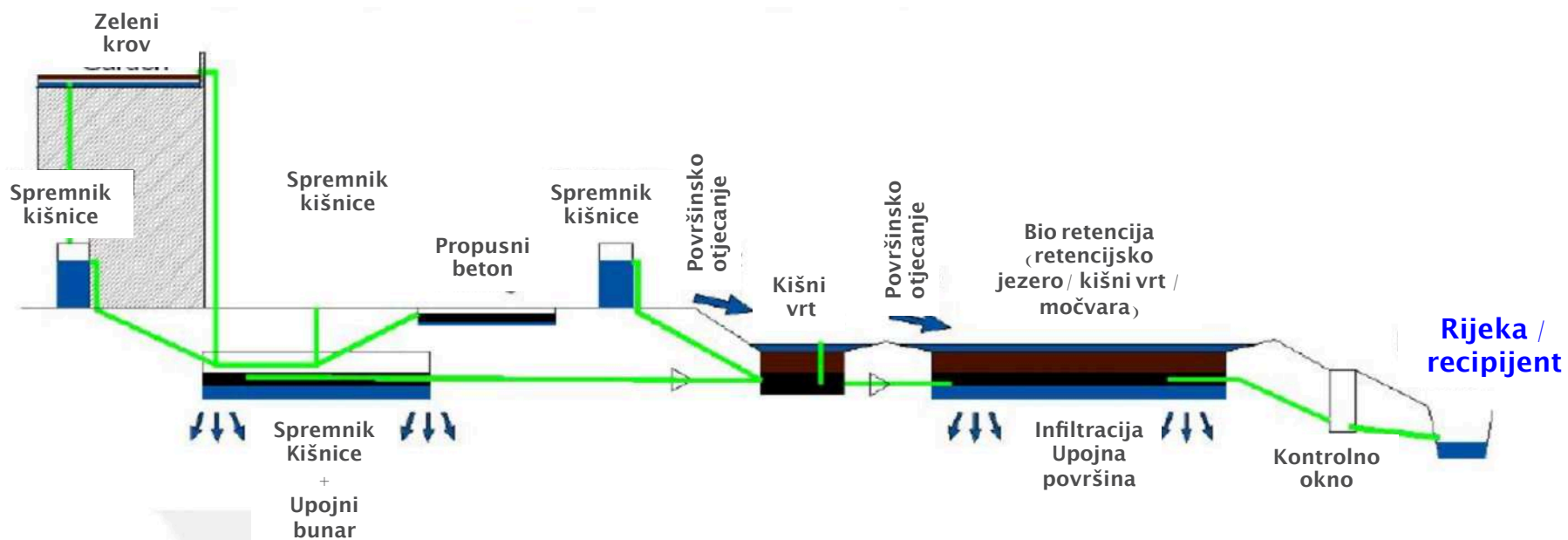
FRÄNKISCHE

UPRAVLJANJE OBORINSKIM VODAMA



KOMBINACIJA RAZLIČITIH MJERA

Kako povezati različite mjere – u kaskadnom pristupu



Kombinirani sustavi

Kombinirani sustavi navodnjavanje, evaporacija i infiltracija



Sustav Kišni vrt / infiltracijski rov u Birkensteinu, Brandenburg (Foto: Sieker)

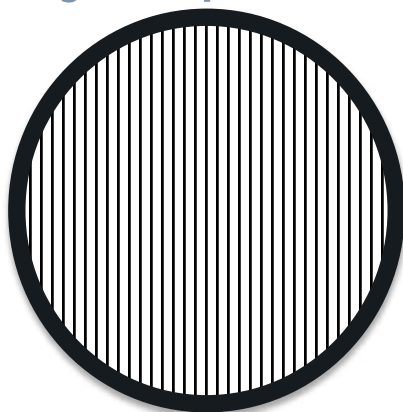


Shematski dijagram sustava infiltracijskog rovova sa stabalom (Izvor: Sieker)

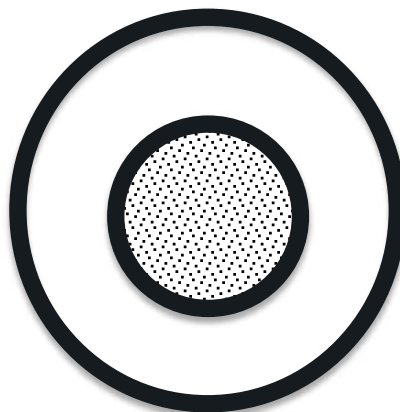


TRETIRANJE OBORINSKE VODE

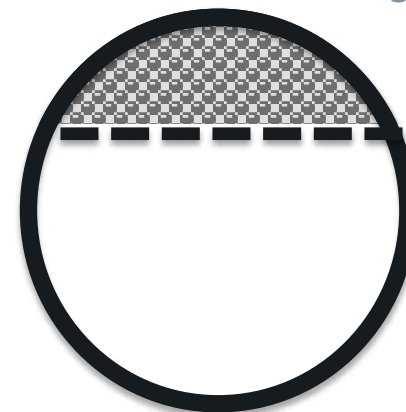
Procesi koji se odvijaju u uspostavljenim sustavima i ugradnjom prefabriciranih elemenata održive odvodnje:



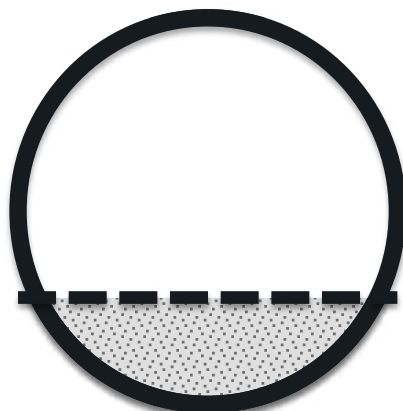
REŠETANJE



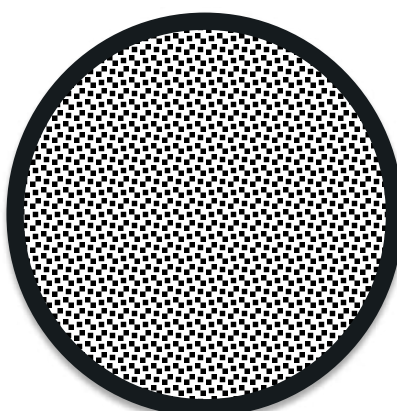
ADSORPCIJA



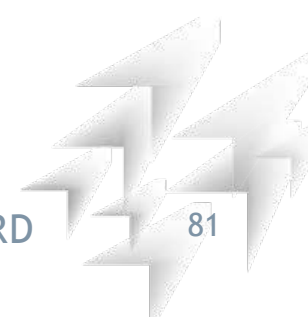
FLOTACIJA



SEDIMENTACIJA

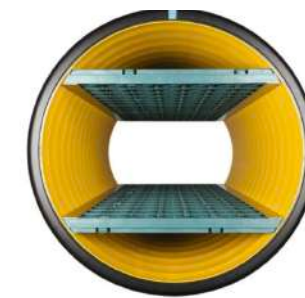
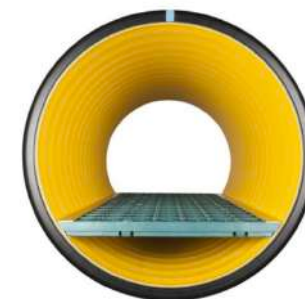
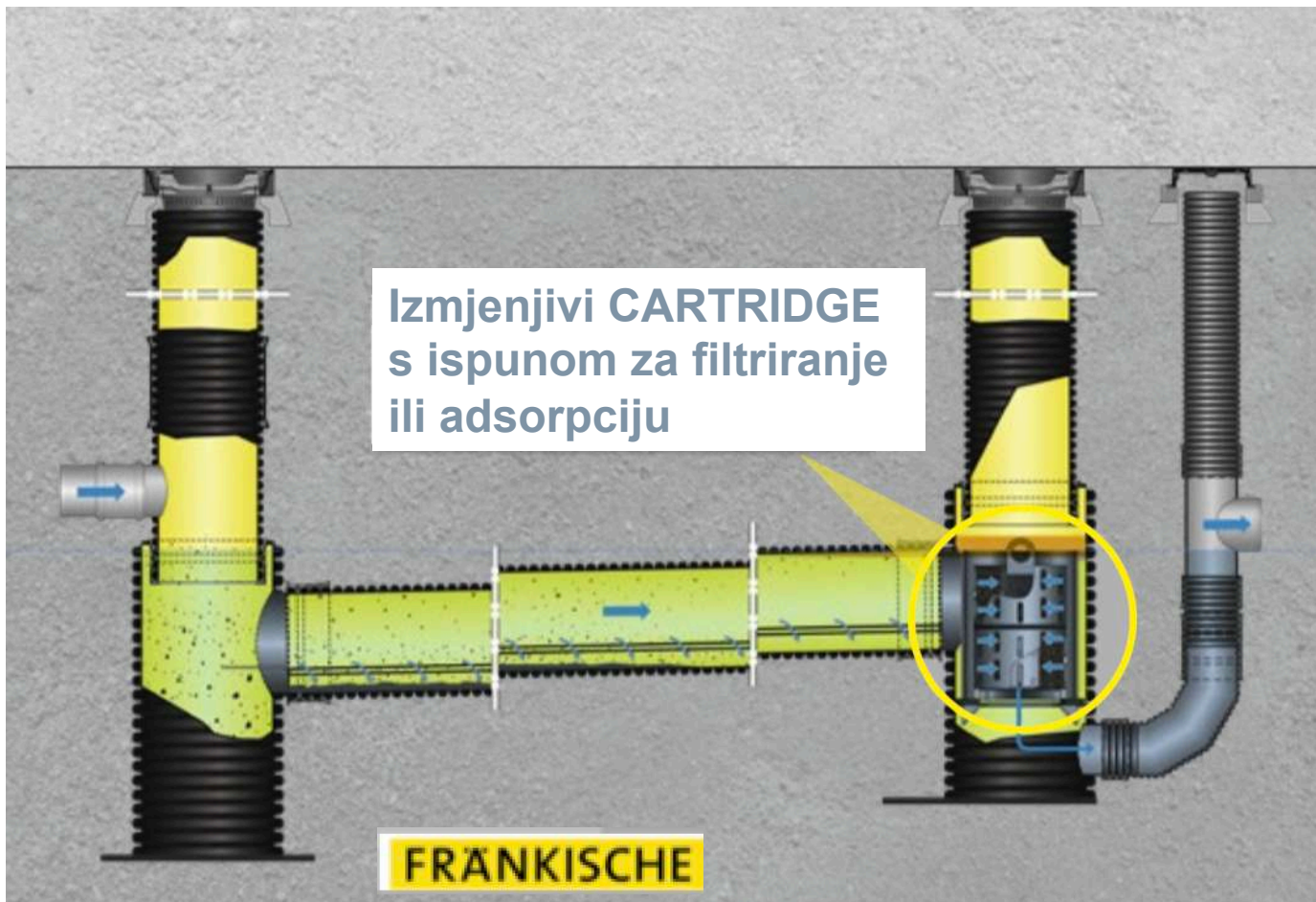


FILTRACIJA



TRETIRANJE OBORINSKE VODE

Primjeri prefabriciranih elemenata za tretiranje oborinskih voda:



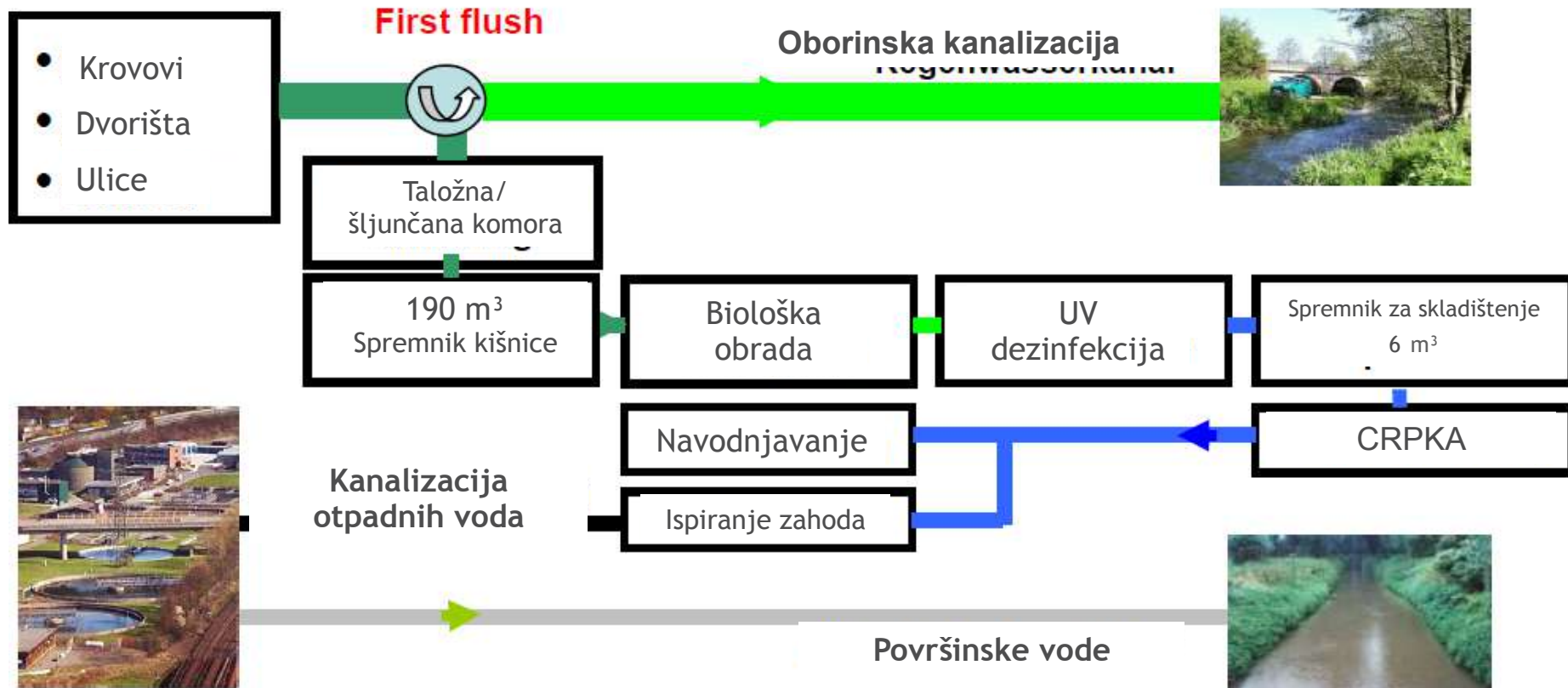
CASE STUDY 5: SAKUPLJANJE KIŠNICE (UKLJUČUJE I POVRŠINSKO OTJECANJE S PROMETNIH KOLNIKA)

Sakupljanje kišnice u Berlinu-Lankwitzu



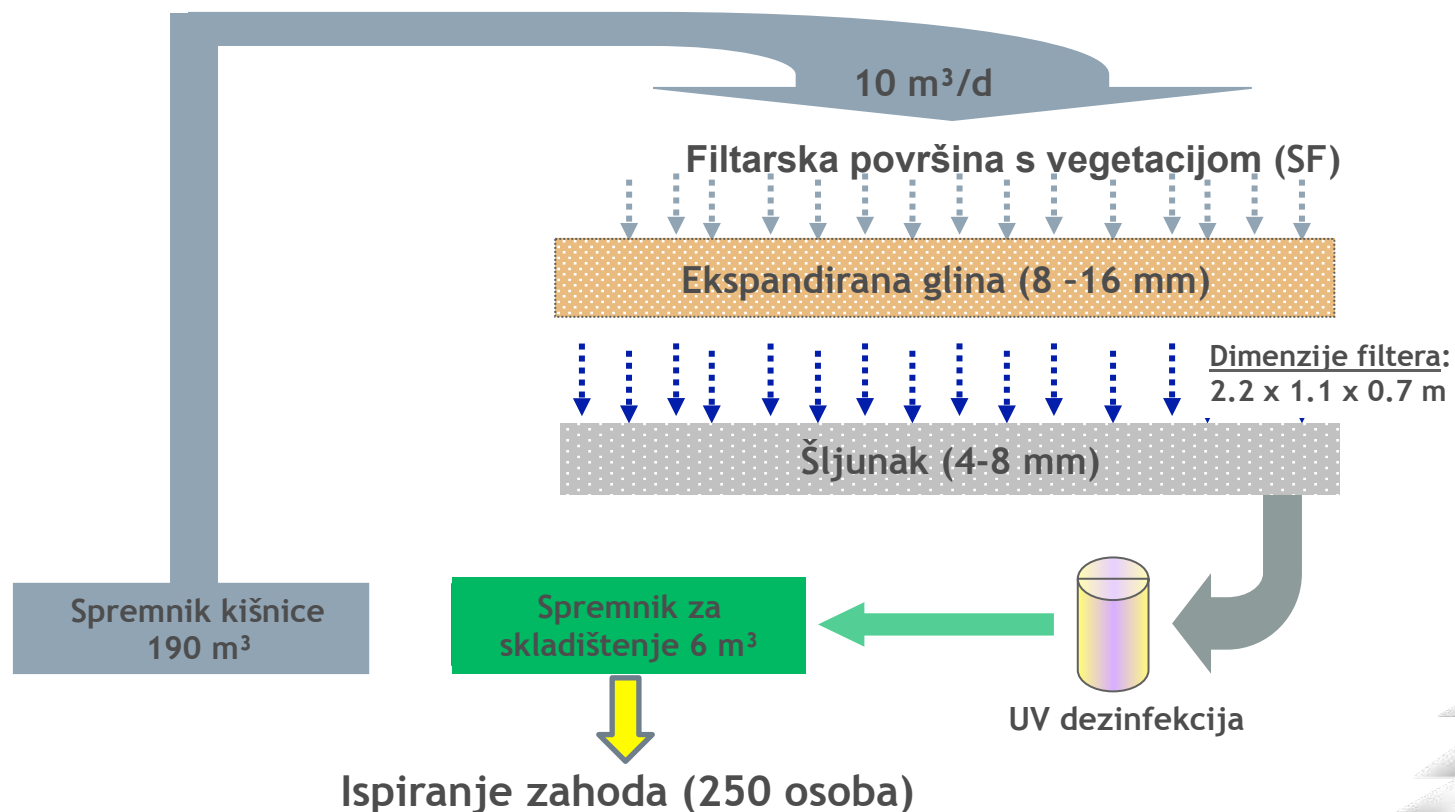
CASE STUDY 5: SAKUPLJANJE KIŠNICE (UKLJUČUJE I POVRŠINSKO OTJECANJE S PROMETNIH KOLNIKA)

Dijagram toka sheme dizajna za obradu kišnice



CASE STUDY 5: SAKUPLJANJE KIŠNICE (UKLJUČUJE I POVRŠINSKO OTJECANJE S PROMETNIH KOLNIKA)

Dizajn sustava



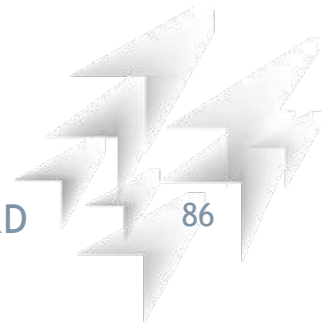
CASE STUDY 5: SAKUPLJANJE KIŠNICE (UKLJUČUJE I POVRŠINSKO OTJECANJE S PROMETNIH KOLNIKA)



Okno s odcjepnicom



Ozelenjeni filter tla unutar zgrade



CASE STUDY 5: SAKUPLJANJE KIŠNICE (UKLJUČUJE I POVRŠINSKO OTJECANJE S PROMETNIH KOLNIKA)

Usporedba parametara kvalitete vode iz sustava za prikupljanje kišnice i vodoopskrbnog sustava Berlina

Berlinska pitka voda
(granične vrijednosti)

Parameter	Ablauf Sandfilter		
	Max	Min	Mittel
LF [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	199,00	60,00	103,38
Trans [%]	97,10	24,00	83,79
TOC	5,30	1,26	2,49
BSB ₇	3,00	0,59	0,86
CSB	15,80	4,56	6,82
N _{ges}	3,82	0,69	2,06
P _{ges}	0,174	0,014	0,089
Cl	17,22	0,81	4,05
NO ₂ -N	0,131	0,006	0,063
NO ₃ -N	3,512	0,364	1,726
PO ₄	1,65	0,09	0,28
SO ₄	19,51	2,72	7,09
Na	7,69	1,13	5,12
Mg	2,07	0,05	1,47
Ca	19,76	6,68	15,74
HH ₄ -N	6,61	0,47	3,54

← EC.: 813 $\mu\text{S}/\text{cm}$

← TOC: 4.5 mg/l

← SO₄: 180 mg/l

← Mg: 13 mg/l

← Ca: 110 mg/l

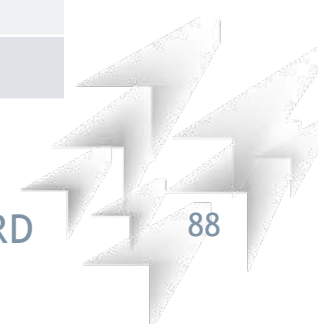
- Potencijal za uštedu vode za piće :
70% potrošnje vode za ispiranje zahoda (80 stanova) = 2.500 m³ / a
- Higijenski zahtjevi su ispunjeni
- Pročišćeni dio kišnice ide dalje u hidrološki ciklus,
➡ smanjeno opterećenje na okoliš



CASE STUDY 5: SAKUPLJANJE KIŠNICE (UKLJUČUJE I POVRŠINSKO OTJECANJE S PROMETNIH KOLNIKA)

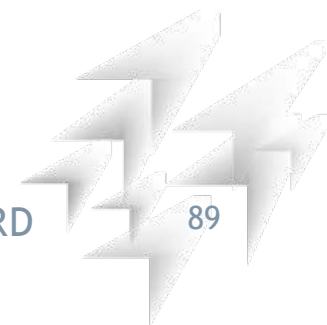
Sakupljanje kišnice uključujući i otjecanje s prometnica, Berlin

Obilježja	Prvi takav projekt u Berlinu, uključujući i otjecanje s prometnica za sakupljanje kišnice
Početak projekta	2000
Područje sakupljanja	Krovne i dvorišne površine uključujući nepropusne površine prometnica
Površina sliva	12,000 m ² nepropusnih površina
Spremnik kišnice	190 m ³ ; kišnica se preusmjerava iz kanalizacije (uključujući prvi pljusak)
Predobrada	Taloženje i pjeskolov
Biološki tretman	Zasađeni filter tla i UV dezinfekcija
Kapacitet obrade	10 m ³ /d
Opcija uporabe	Ispiranje zahoda (200 osoba) i navodnjavanje



Koja tehnologija upravljanja kišnicom je najprikladnija za moj projekt?

- Obično to nije jedna mjera, već kombinacija nekoliko različitih mjera za postizanje najboljih rezultata u danim uvjetima
- Ovdje je korisna ekonomska studija koja osim monetarnih uzima u obzir i nemonetarne ciljeve za određenu mjeru. Procjena ekonomske učinkovitosti ne bi se trebala temeljiti samo na veličini ulaganja, već treba uključivati i buduće troškove poslovanja i ostvarene uštede.



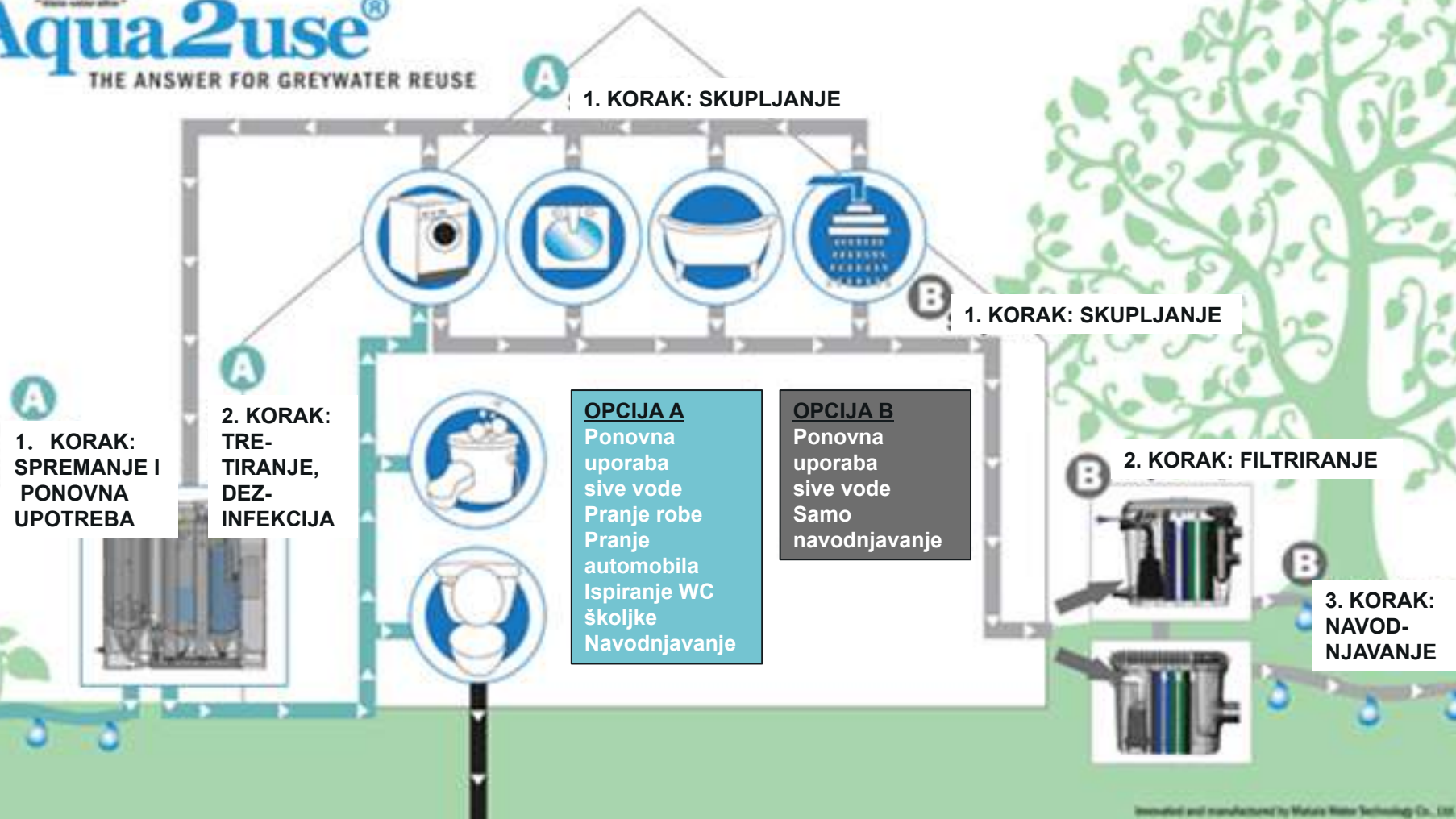
Koja tehnologija upravljanja kišnicom je najprikladnija za moj projekt?

- Obično to nije jedna mjera, već kombinacija nekoliko različitih mjera za postizanje najboljih rezultata u danim uvjetima
- Ovdje je korisna ekonomska studija koja osim monetarnih uzima u obzir i nemonetarne ciljeve za određenu mjeru. Procjena ekonomske učinkovitosti ne bi se trebala temeljiti samo na veličini ulaganja, već treba uključivati i buduće troškove poslovanja i ostvarene uštede.



UPORABA SIVE VODE

Mateala
Aqua2use[®]
THE ANSWER FOR GREYWATER REUSE



Developed and manufactured by Mateala Water Technology Co., Ltd.





Assistant Professor
Ivo Andrić, PhD
University of Split, Faculty of
Civil Engineering
Architecture and Geodesy



www. <http://gradst.unist.hr/eng>



ivo.andric@gradst.hr



+385 91 622 7704



https://twitter.com/andric_ivo

