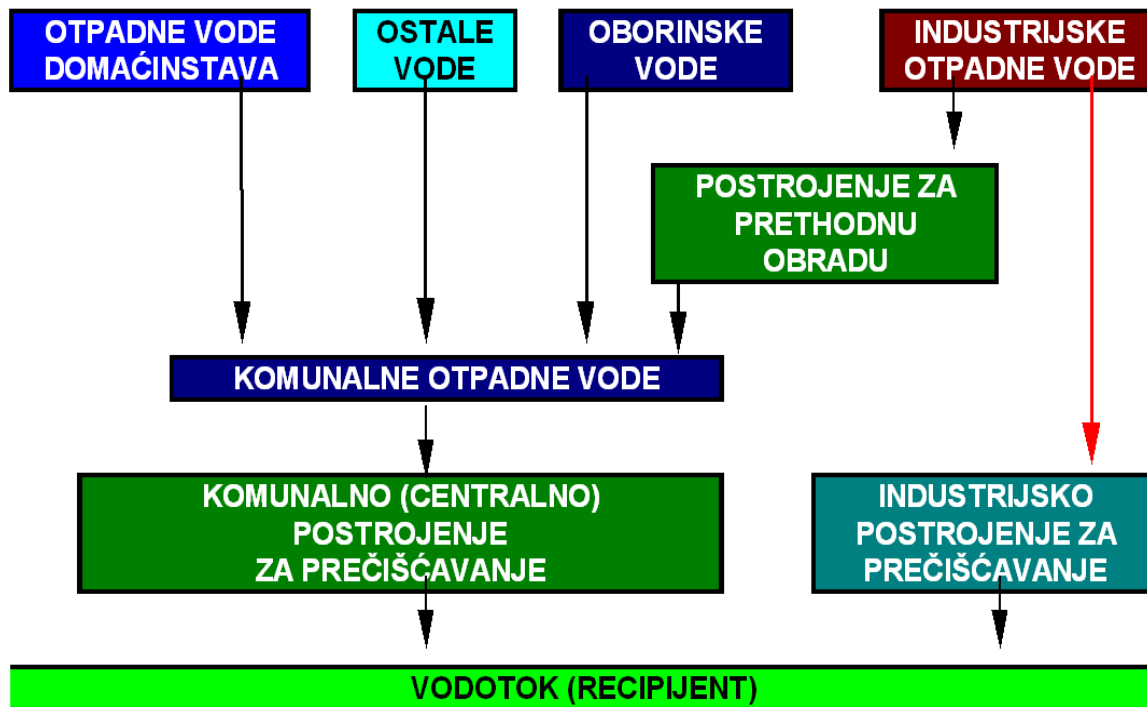


# ATMOSFERSKE VODE, PROBLEMI I REŠENJA

Božo Dalmacija

## Tokovi otpadnih voda u naselju



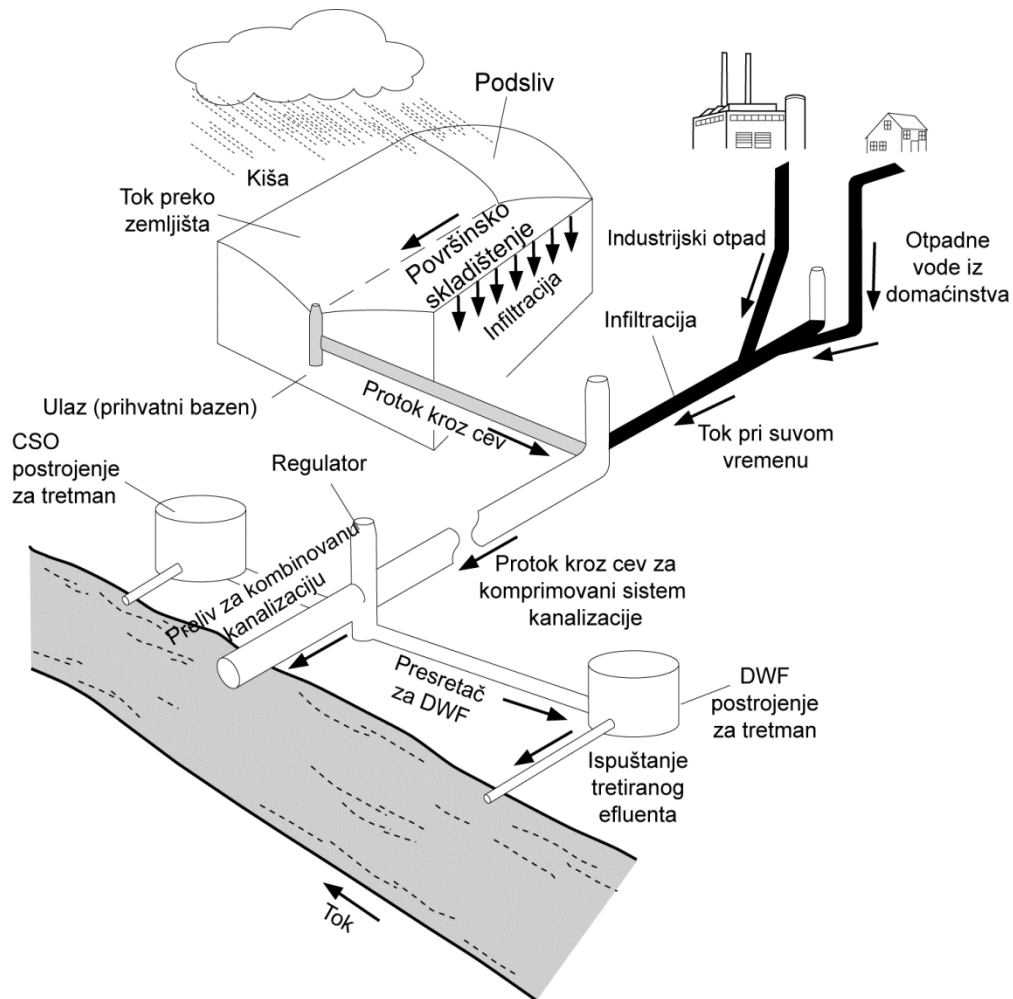
## Atmosferske (oborinske) vode

- Tehnologija prikupljanja, odvođenja i skladištenja atmosferskih voda je jednostavna.
- Prikupljene atmosferske vode **višestruko se upotrebljava**, a njihovo korištenje je isplativo.
- Osnovu tehnologije prikupljanja i infiltracije atmosferskih voda, **čine drenažni sistema, kanala za prikupljanje, dvodenje u rezervoare za kišnicu.**
- Sakupljanje i korištenje atmosferskih voda u velikoj mjeri **pomaže u smanjivanju zavisnosti od „gradske“ vode u urbanim, a posebno u ruralnim naseljima.**
- Egzistencija poljoprivredne proizvodnje se u mnogome oslanja na kišne padavine, **kao jedinu mogućnost navodnjavanja poljoprivrednih i povrtlarskih površina u toku sušnih perioda.**
- U osnovi, radi se o održivim projektima razvoja i očuvanja vodnih resursa.

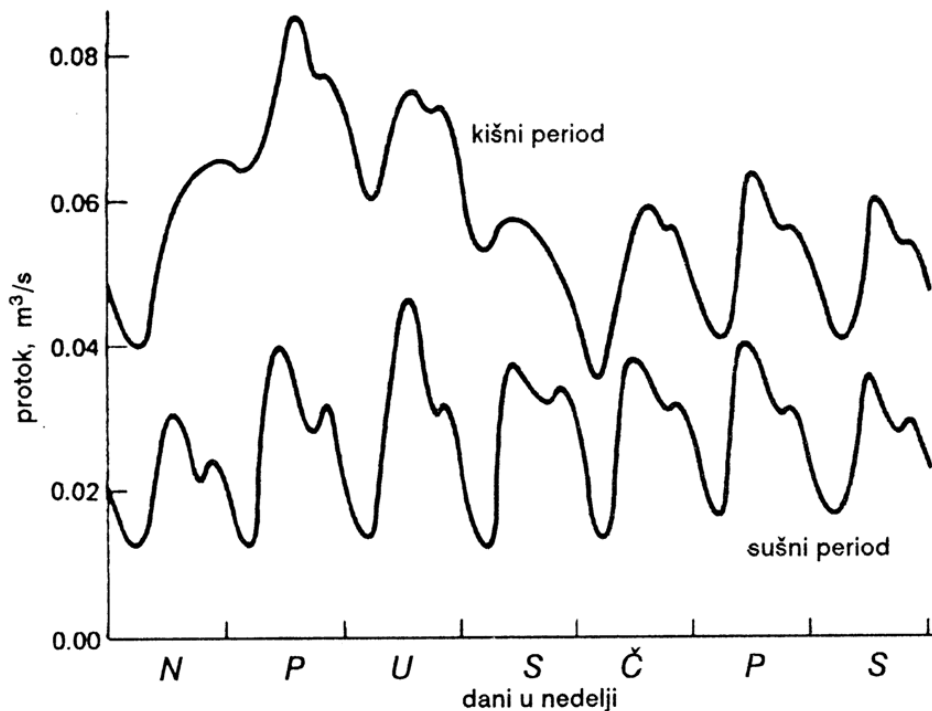
## Način formiranja komunalnih otpadnih voda:

**DWF** (dry weather flow - DWF), prečišćavanje kada nema uticaja atmosferskih padavina;

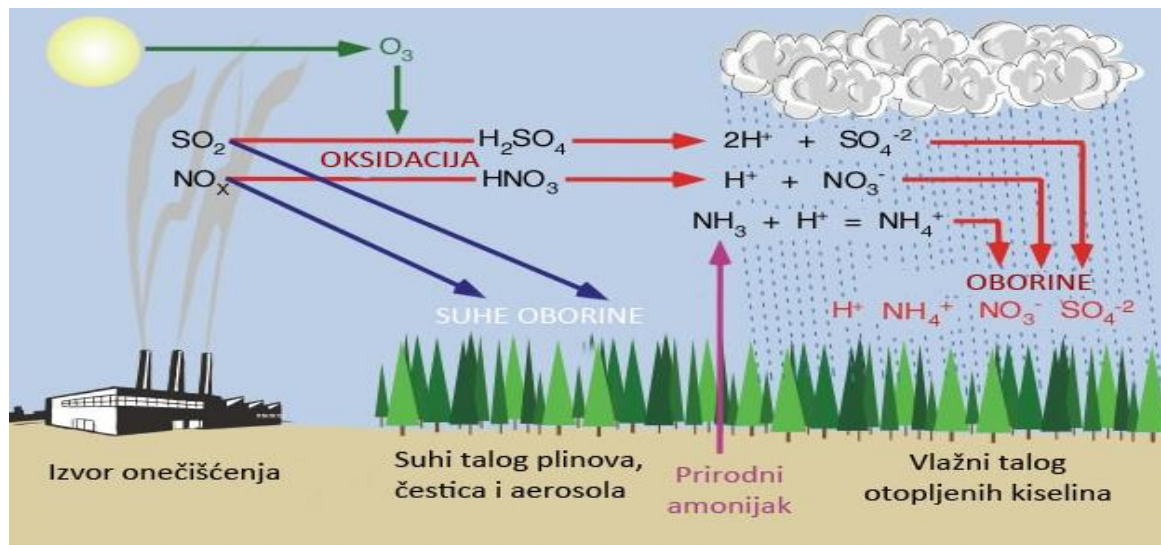
**CSO** – (Combined Sewer Overflow) ispuštanje otpadnih voda pri kišovitom vremenu



## Uobičajne dnevne i nedeljne varijacije protoka komunalne otpadne vode



# OBORINSKE (ATMOSFERSKE) VODE

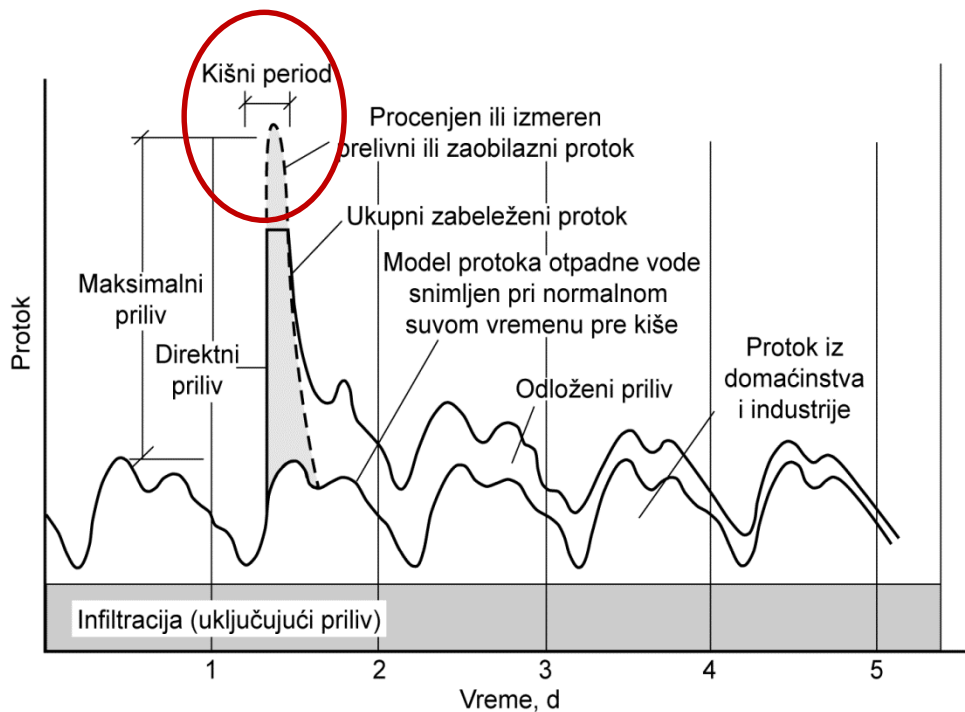


**Atmosferske vode** mogu se uslovno nazvati otpadnim vodama.

U praksi su se nekad smatrale čistim → **rasterećenja na mešovitoj kanalskoj mreži.**

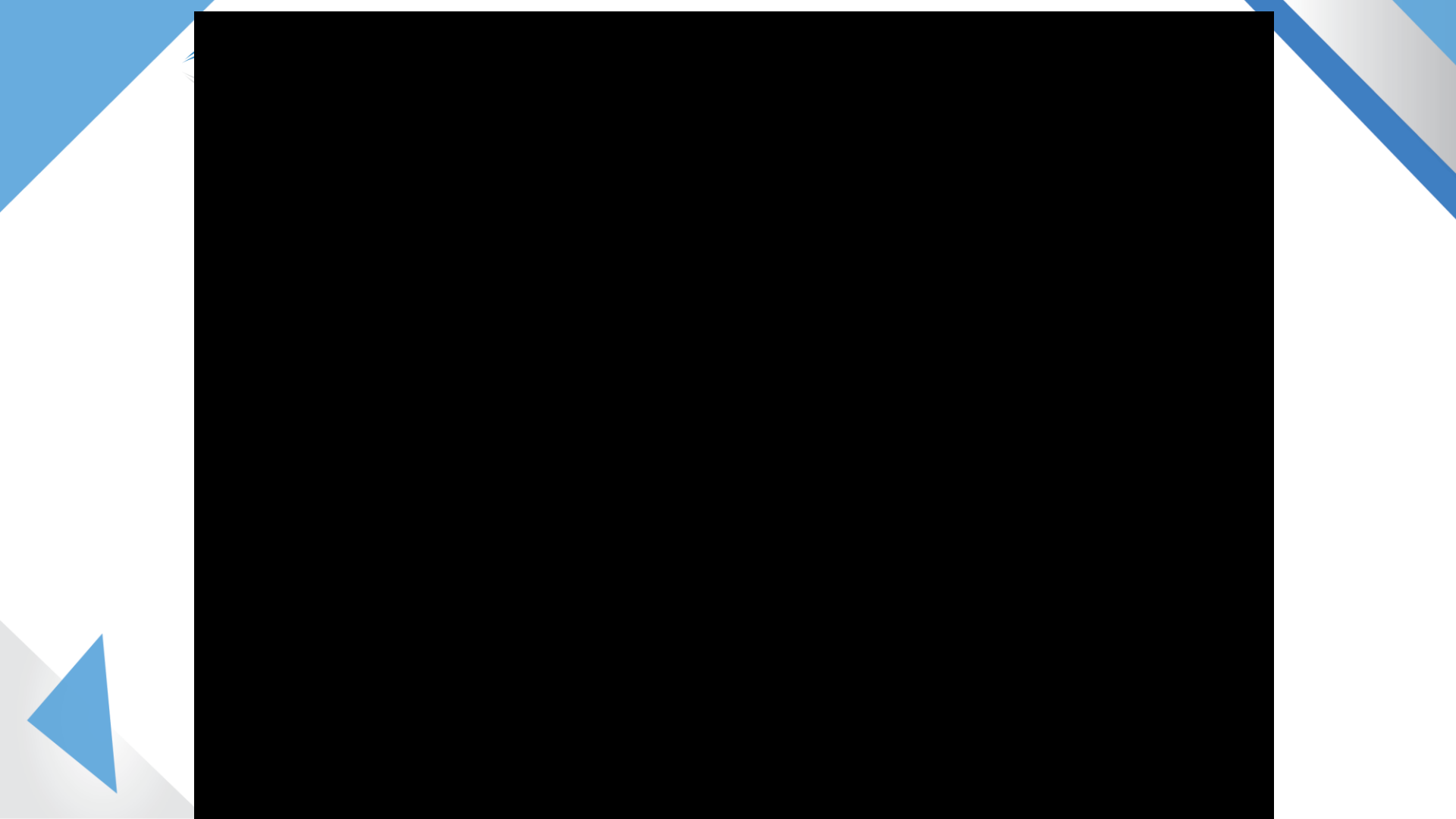
Zbog sve većeg zagađenja atmosfere i slivnih površina opterećenje atmosferskih voda može biti značajno.

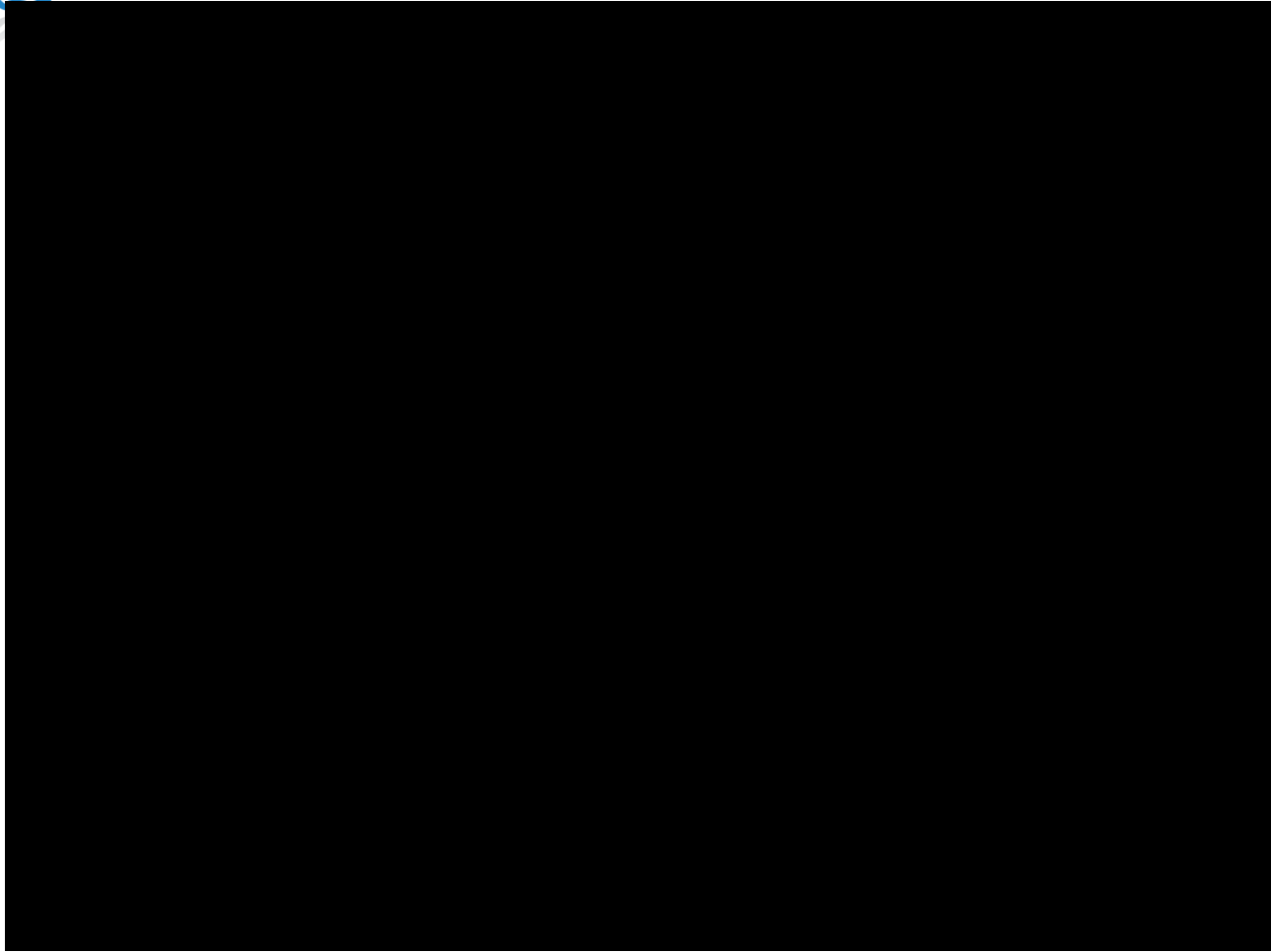
## Grafički prikaz infiltracije i priliva



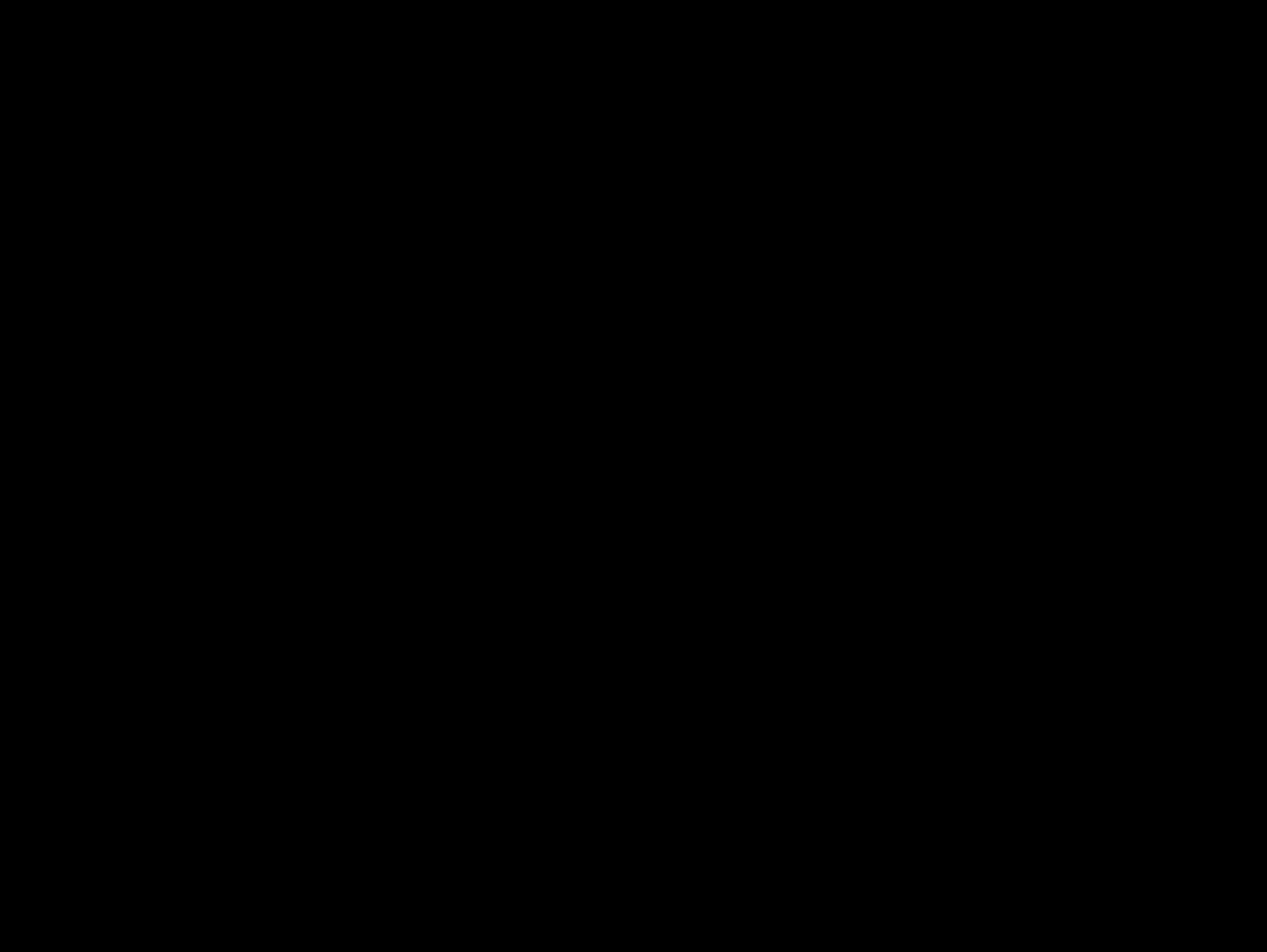






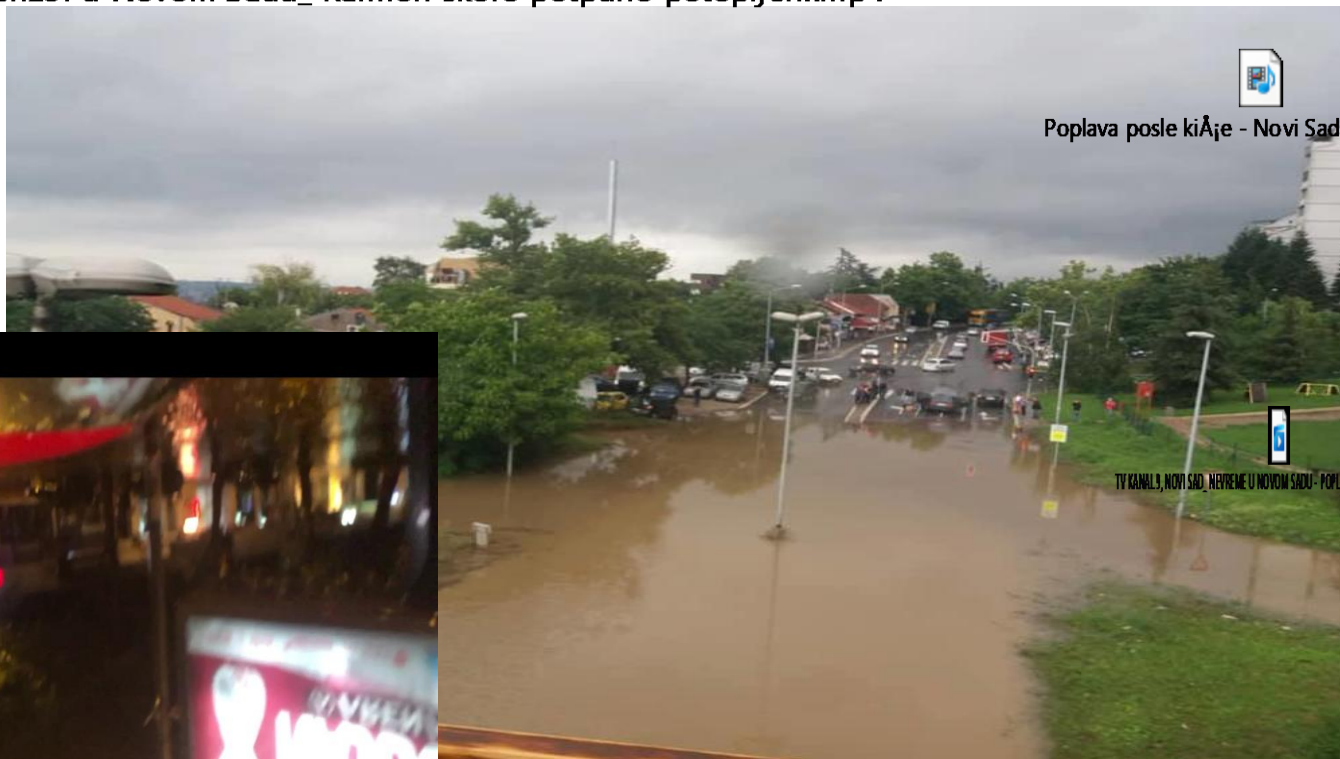




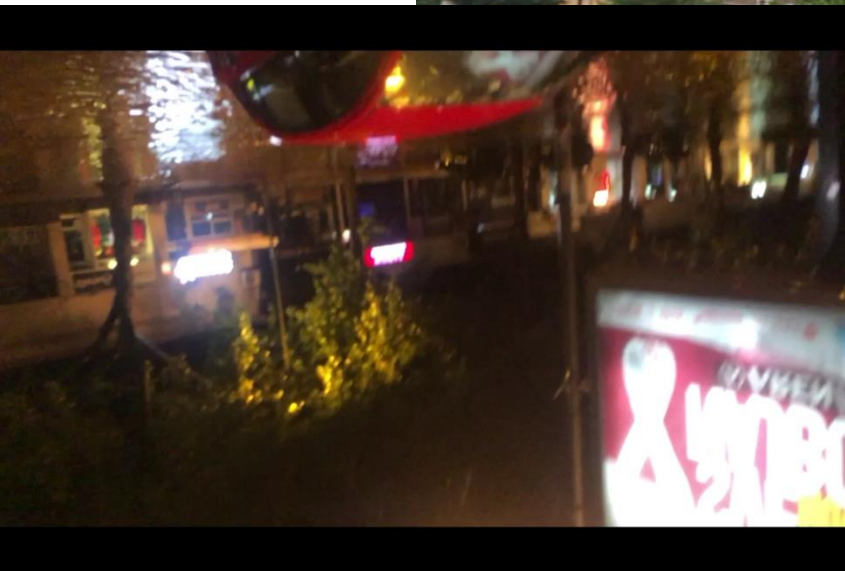




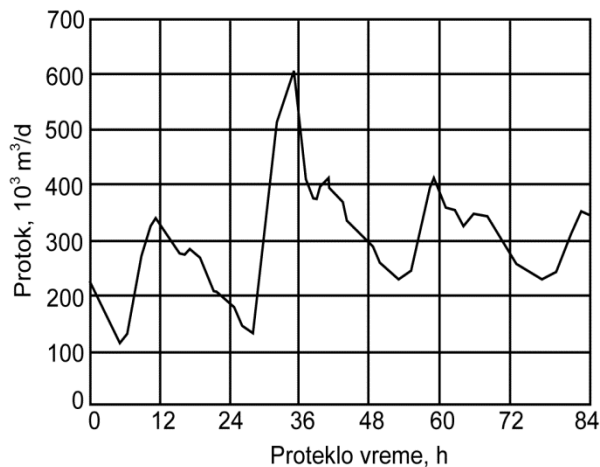
Neverovatan prizor u Novom Sadu\_ Kamion skoro potpuno potopljen!.mp4



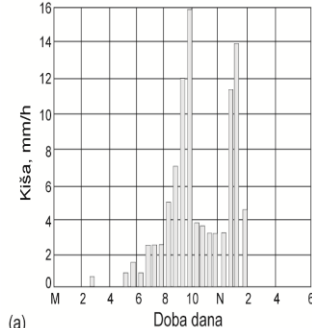
Poplava posle kiÅaje - Novi Sad 1.8.2018.mp4



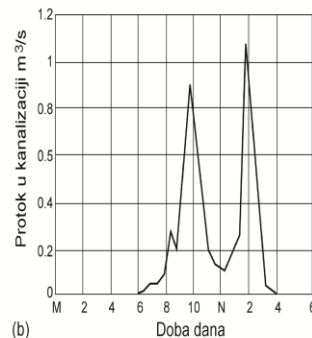
TV KANAL 3, NOVI SAD, NEVREME U NOVOM SADU - POPLAVA U TEMERINSKOJ.mp4



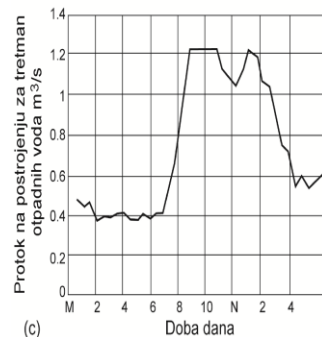
Uticaj atmosferskih padavina na protok komunalnih otpadnih voda



(a)



(b)



(c)

Varijacije protoka u kobinovanoj kanalizaciji u toku kišovito vremena:  
 (a) podaci o količini padavina;  
 (b) tipičan protok kanizacionog sliva za vreme padavina;  
 (c) protok koji dospeva na postrojenje za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda  
 (M – ponoć; N – podne)

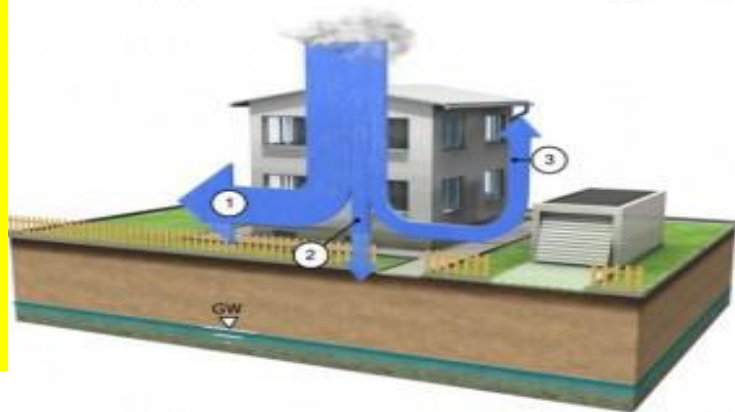
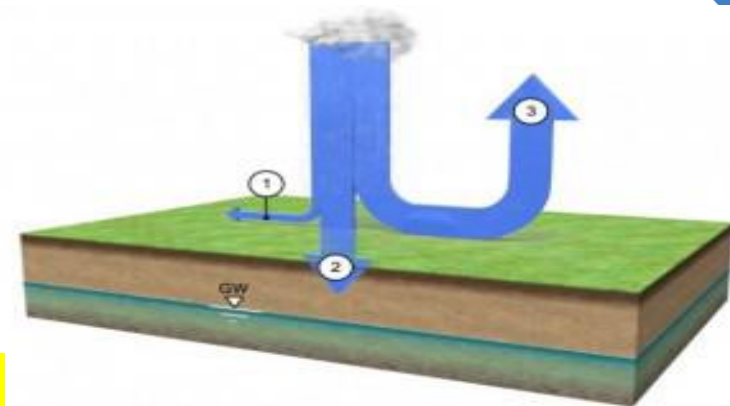
# PUTEVI KIŠNICE

## Tok atmosferskih voda na neizgrađenom zemljištu

1. Površinsko oticanje
2. Infiltracija (poniranje)
3. Isparavanje

## Izgrađeno zemljište

- Brz i veliki dotok vode u kanalizaciju, koja zbog toga mora biti projektovana za takve uslove;
- Pojave visokog vodostaja;
- Dodatna izgradnja korita vodotoka;
- Smanjenje nivoa podzemnih voda;



- Iz ovog razloga, **kod izgradnje novih objekata ne bi trebalo biti dozvoljeno ulivanje kišnice u kanalizaciju.**
- Odobrenje za sprovođenje kišnice u kanalizaciju **trebalo bi izdati samo za jako zaprljanu kišnicu** tj. onu koja se može nazvati otpadnom vodom, jer sa sobom nosi razna onečišćenja sa betonskih površina (posebno kod industrije).





# INFILTRACIJA KIŠNICE

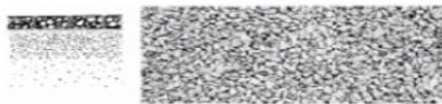
- Prirodni sloj zemljišta, zahvaljujući svojoj sposobnosti za prečišćavanje voda, dugoročno i delotvorno vrši funkciju zaštite podzemnih voda prilikom infiltracije kišnice kroz ozelenjeni sloj zemljišta.
- Zemljište zadržava štetne materije iz kišnice i kroz razne hemijske i biološke procese ih uklanja iz vode.
- Revitalizirani sloj zemljišta je fantastičan filter za kišnicu!



# Primer planiranja za uspješnu infiltraciju

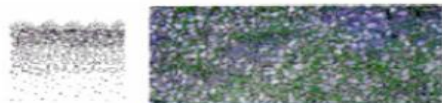


# TEHNIČKA UPUTSTVA ZA IZGRADNJU INFILTRIRAJUĆEG SLOJA



## Nasip tucanik-šljunak

6 cm tucanika ili kamenja za gradnju puteva sloj od 15 – 30 cm šljunak (tucanik), zemlja



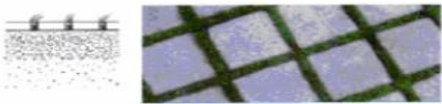
## Travnjak od šljunka

Trava mešavina (šljunak-zemlja) debljine 15 cm sloj od 15 – 30 cm šljunak (tucanik), zemlja



## Travnata rešetka

betonska rešetka sa travom 6 cm peska ili kamenja za izgradnju puteva 5 – 30 cm sloja šljunka (tucanika), zemlja



## Travnata ploča

kamene kocke 3 – 5 cm pijeska ili kamenja za izgradnju puteva 15 – 30 cm sloja šljunka (tucanika) ili kamenja za izgradnju puteva, zemlja



## Travnata rešetka oblika „saće“

4 -5 cm travne rešetke oblika „saće“, 3 – 5 cm pijeska ili kamenja za cestogradnju; 15 – 30 cm sloja šljunka (tucanika) ili kamenja za izgradnju puteva, zemlja

# Sakupljanje kišnice sa usporenim oćicanjem

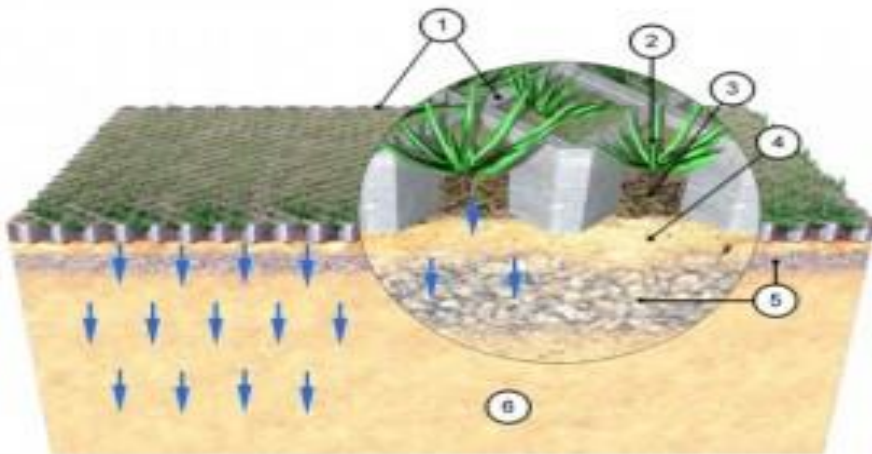
Kišnicu je moguće sakupljati u malom jezeru ili ribnjaku koji služi kao međurezervarom odakle se kišnica infiltrira na obližnju zelenu površinu. Ovaj princip je idealan za dobro propusno zemljište, s tim da je neophodno redovno održavanje jezera.



1. površinski dotok vode
2. grubi peščani filter
3. jezerski biotop
4. infiltracija preko udubina
5. površinski sloj zemlje
6. sloj zemlje koji je u procesu stvaranja
8. nepropusni sloj

# Poniranje na većoj površini

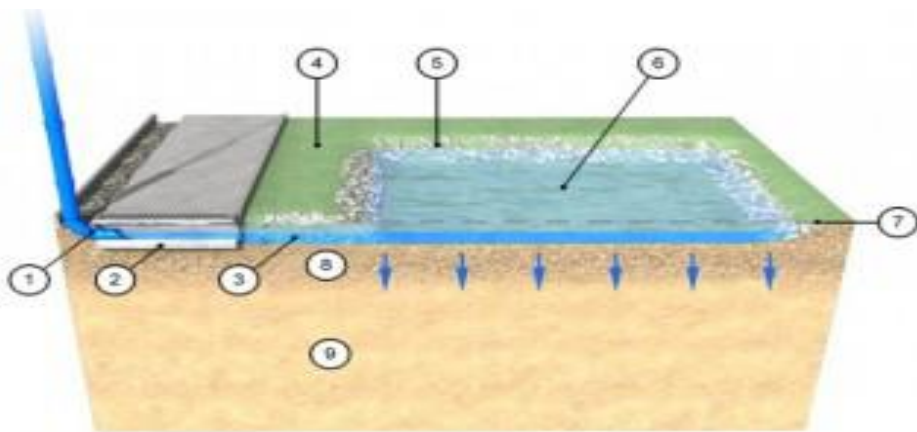
Ovo je najjednostavniji način infiltracije (poniranja), ali zahteva velike površine. Travnata rešetka je propusna površina kroz koju kišnica ponire. Ovakav način zbrinjavanja kišnice idealan je za parkirališta.



1. betonska rešetka
2. trava
3. humus
4. peščani sloj
5. tucanik, šljunak
6. zemlja

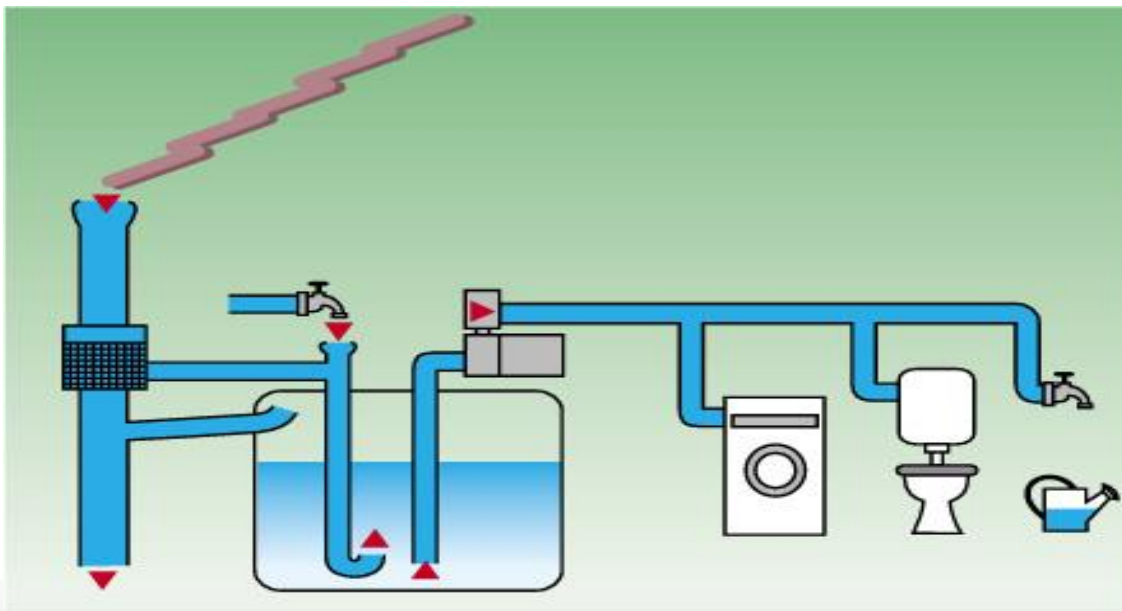
# Infiltracija kroz depresije

Ovaj način zbrinjavanja kišnice je dobro rešenje ukoliko se nema dovoljno prostora za poniranje preko veće površine. Kišnica prolazi kroz revitalizirani sloj zemlje, što je idealan način da se obnavljaju podzemne rezerve vode. Izgradnja ovakvog prostora nije zahtevna, kao ni održavanje, i postiže se visok stepen prečišćavanja vode, s tim da je za izgradnju potrebno 10-20% površine od priključene površine za infiltraciju.



1. Cev od oluka
2. Odvodni kanal
3. Površinski dotok
4. Travnata površina
5. Zaštita od erozije
6. Jama (može i dodatno upojni bunar?)
7. Maksimalan nivo vode
8. Tlo sposobno za infiltraciju
9. Čvrsta zemlja

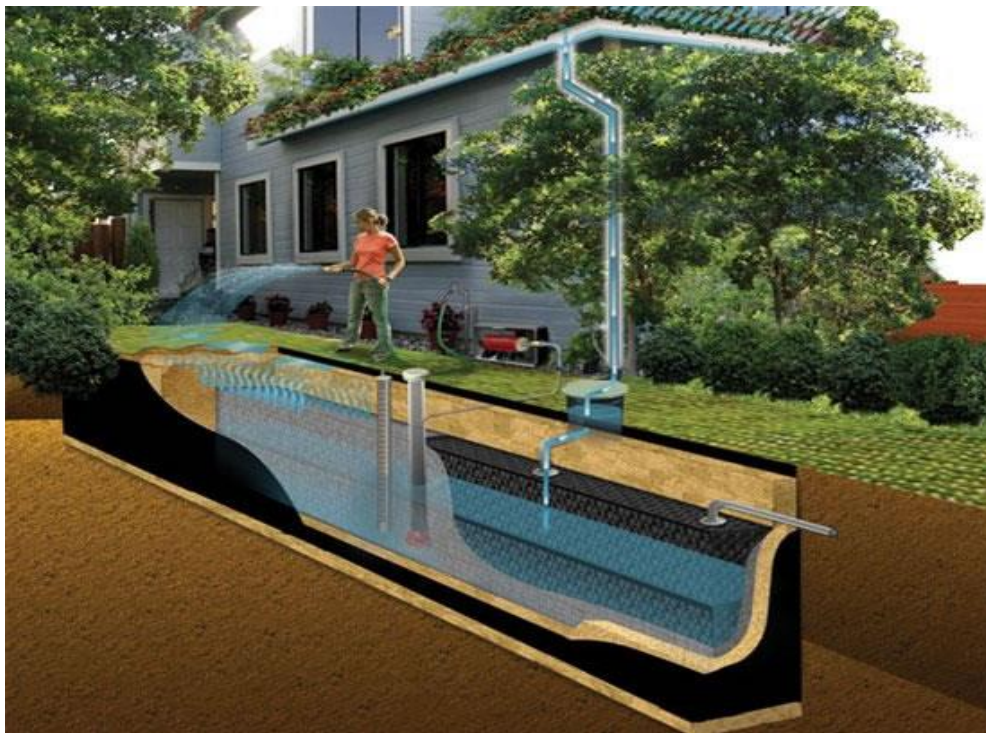
# KORIŠTENJE KIŠNICE U DOMAĆINSTVIMA



Izgradnjom uređaja za korištenje kišnice, osim ostalih prednosti, moguća je znatna ušteda vode za piće.

Po svojim osobinama kišnica može zameniti pitku vodu kod: ispiranja toaleta, pranja veša ili automobila, čišćenja i zalivanja u bašti.

# Podzemni retencioni sistem

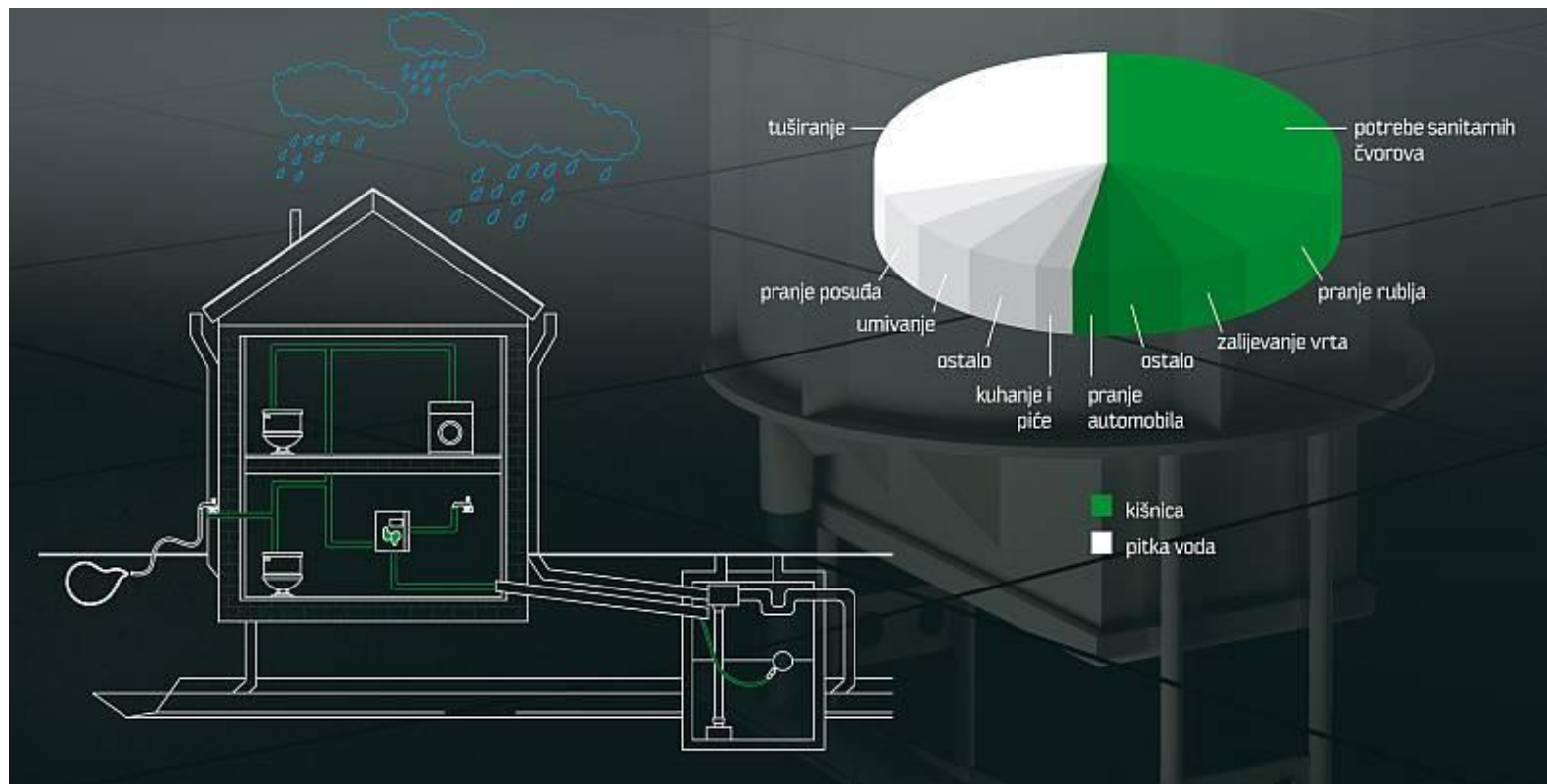


Ovakav sistem se dokazao kao efikasan u domaćinstvu, ali i komercijalnim projektima kao siguran sistem za skladištenje (retenciju) i ponovno korištenje vode.

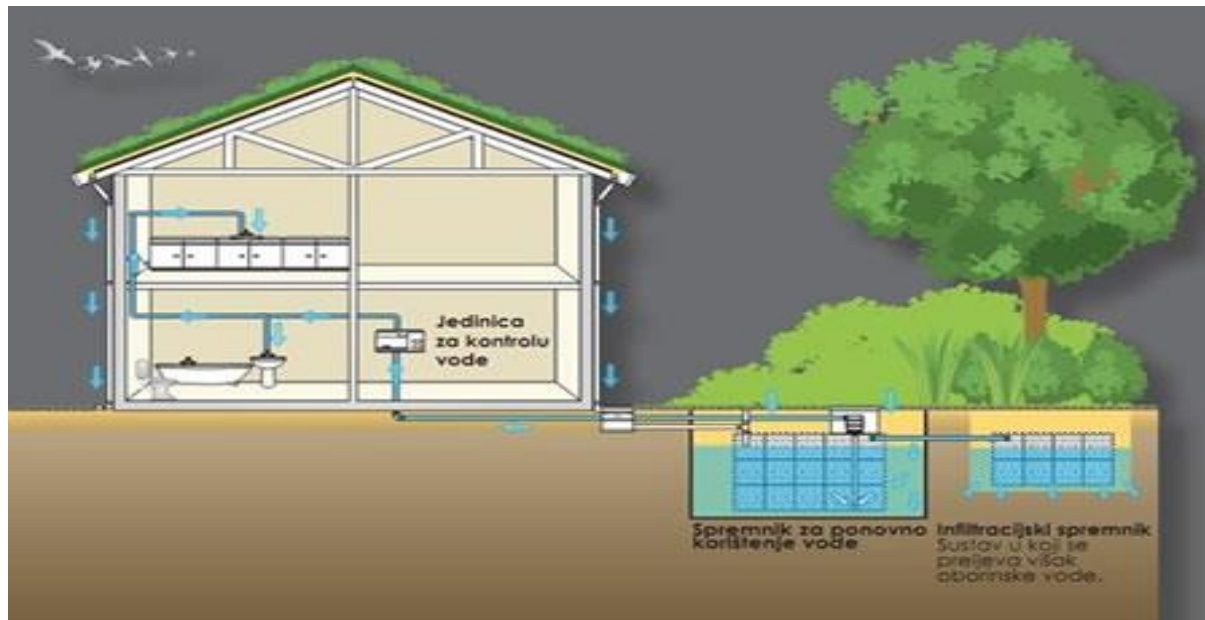
Moguće je skladištiti kišnicu i koristiti je za zalivanje. Kišnicu je moguće skladištiti ispod sportskih terena, dečjih igrališta, golf terena i koristiti je za navodnjavanje.

Postoje mnogobrojne aplikacije u kojima se modularni rezervari za skladištenje vode mogu koristiti.



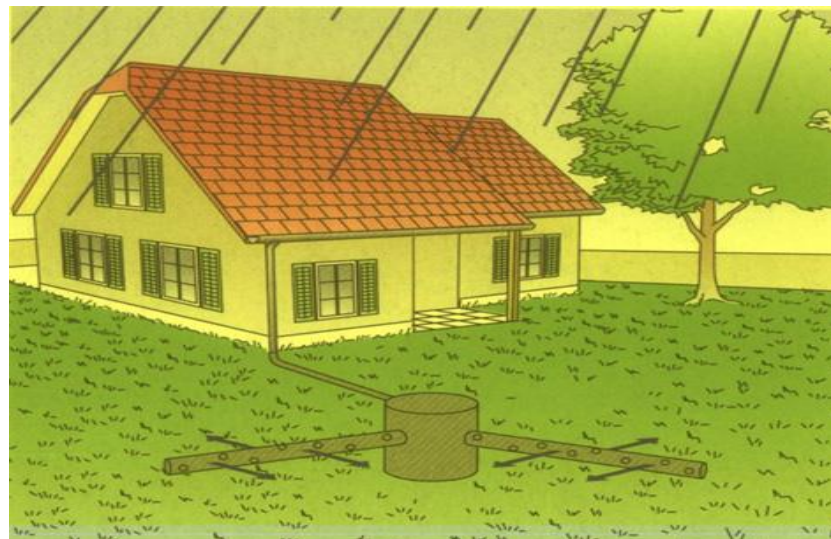
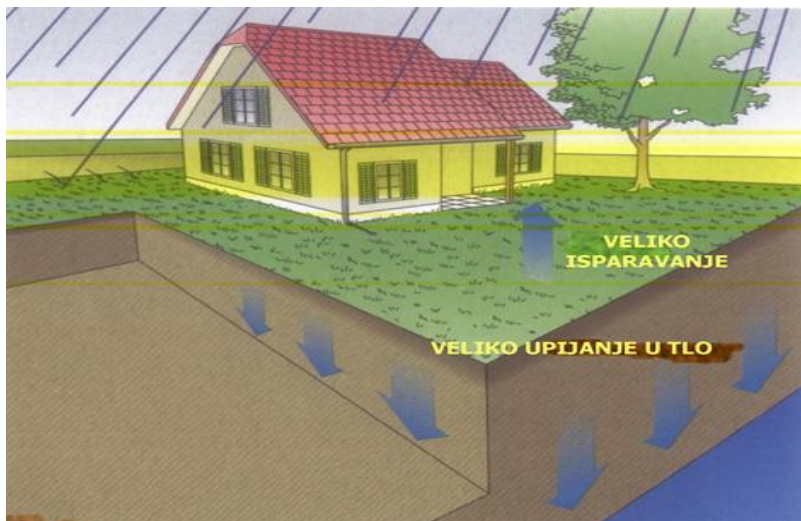


# INFILTRACIJA I KORIŠTENJE KIŠNICE

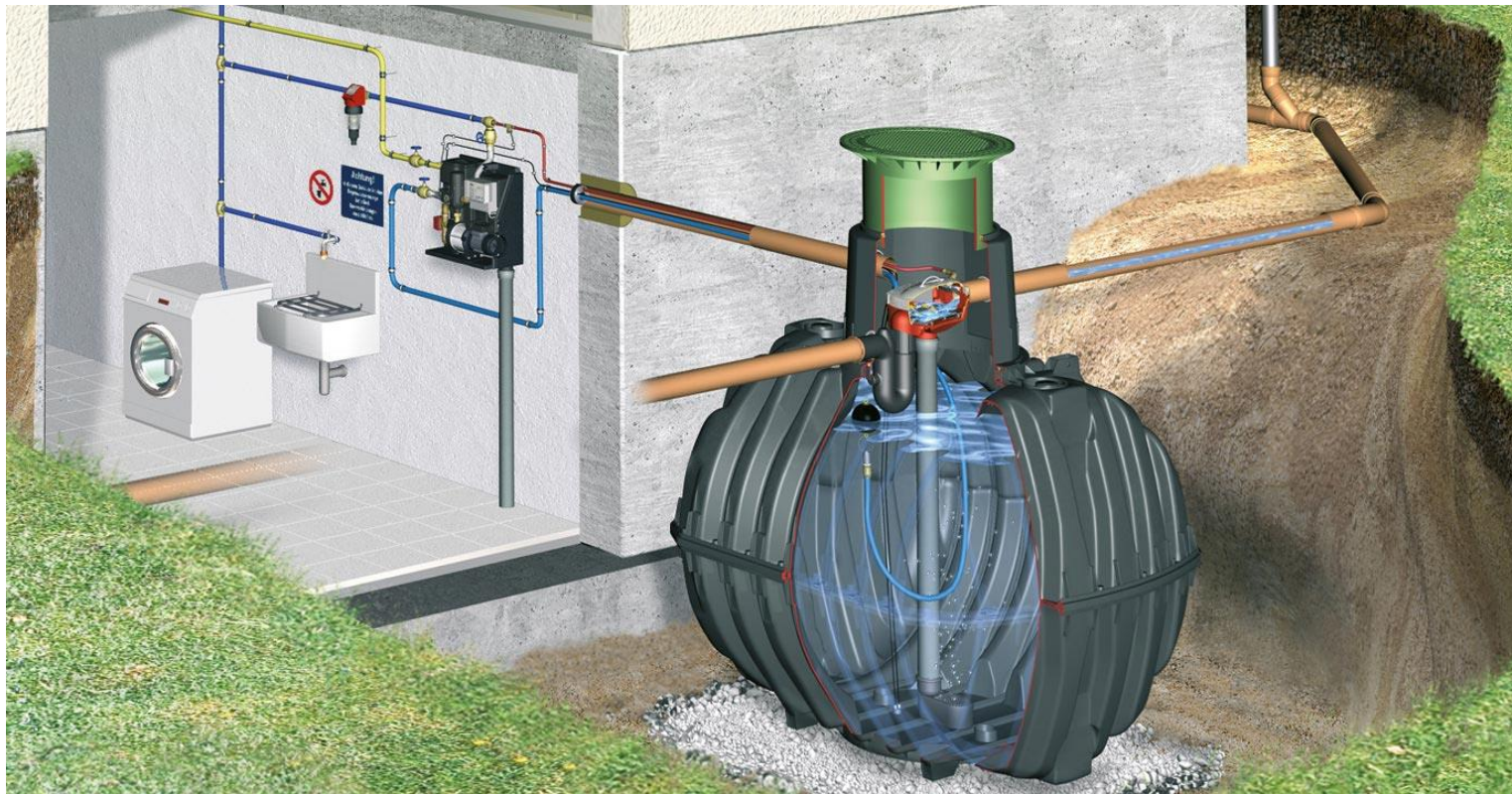


Kišnica se može sakupljati u podzemne rezervoare i koristiti za potrebe u domaćinstvu. U situacijama kada je preveliki dotok, voda bi prelivala u dodatni rezervoar iz kojeg je omogućena infiltracija kišnice u okolno zemljište

# INFILTRACIJA KIŠNICE SA I OKO STAMBENIH OBJEKATA



Kišnici, koja se ne koristi u domaćinstvu, treba omogućiti da nesmetano prođe kroz tlo tamo gdje padne ili da površinski oteče.



# KIŠNICA KAO STRUKTURNI ELEMENT NASELJA



U naselju, gdje nije moguće omogućiti infiltraciju sve kišnice u zemljište, potrebno je napraviti odvojen odvod za kišnicu i na taj način rasteretiti kanalizacionu mrežu.

# KIŠNICA U INDUSTRIJSKOM PROSTORU

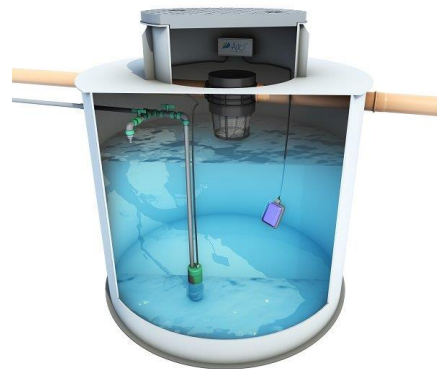
- Privredni sektor najčešće ima pored ogromne potrebe za vodom i velike krovne površine.



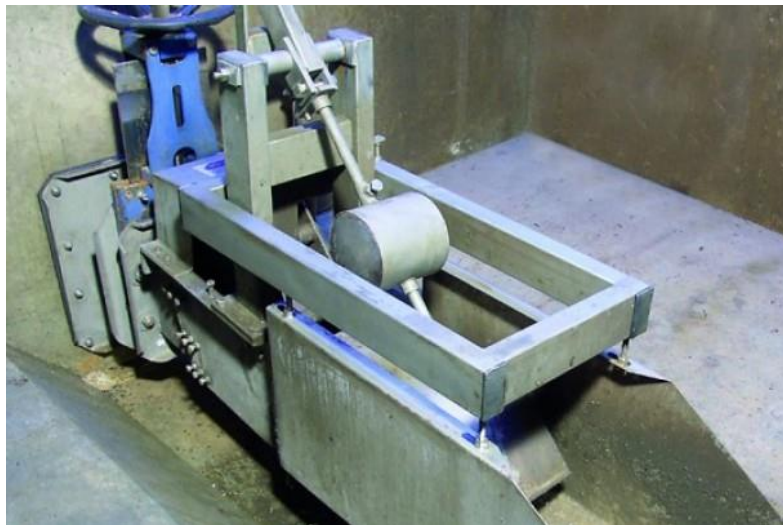
- **Time industrija ima odlične predispozicije za iskorištavanje kišnice za svoje potrebe.**
- Pored korištenja u proizvodnji, kišnica se može primjenjivati i u druge svrhe.

# INFILTRACIJA KIŠNICE U INDUSTRIJI

- U industrijskim područjima obično su sve iskoristive površine asfaltirane ili nasute nekim drugim materijalom, čime se sprječava mogućnost infiltracije atmosferskih voda kroz zemljište.
- **Otežavajuća je okolnost da je u ovom slučaju potrebno graditi skupa postrojenja za odvođenje ili prečišćavanje atmosferskih voda.**



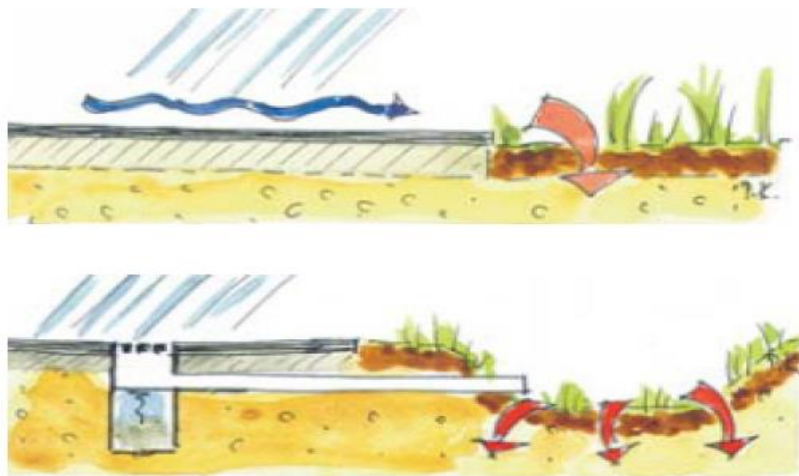
## Oprema za prikupljanje, zadržavanje i oslobađanje kišnice





# MOGIĆA REŠENJA

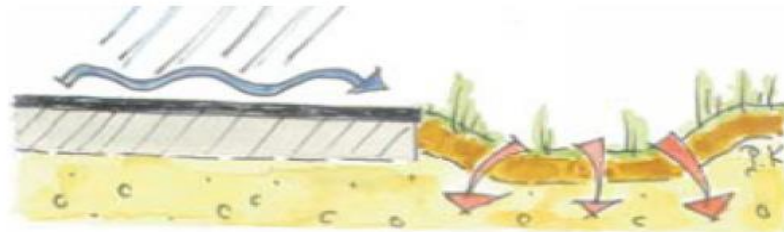
- 1. Površine korištene za saobraćaj/ prilazni putevi i sve ostale površine u industrijskoj zoni**



Površinsko odvođenje atmosferskih voda preko čvrste podloge ili putem kanala koji vode do najbliže zelene površine radi infiltracije. Asfaltirane površine sa šahtovima koji vode atmosferske vode do udoline ispunjene humusnim slojem radi infiltracije.

# MOGIĆA REŠENJA

## 2. Skladišne površine za materijale koji nisu potencijalni zagađivači voda

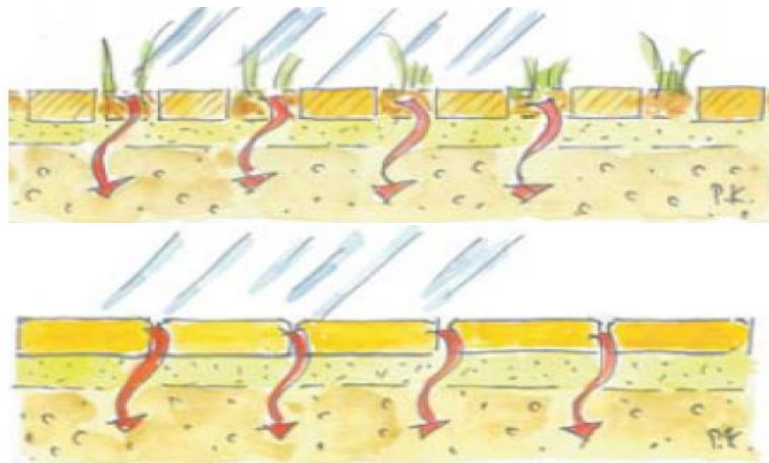


Asfaltirane površine sa kanalima koji vode atmosferske vode do depresije ispunjene humusnim slojem radi infiltracije.

Površine koje su nasute sitnim materijalima, vrtnom galanterijom, kvarcnim pijeskom i zelene površine.

# MOGIĆA REŠENJA

## 3. Parking za putnička vozila



Površinsko odvođenje atmosferskih voda preko delimično zasađenih površina, kao što su otvorene kocke na parkinzima.  
Infiltracija na površini koja nema živu podlogu kao što je kvarcni pijesak, šljunak.

# Površine za rad na otvorenom

- Redovno korištene radne površine moraju biti prekrivene slojem nepropusnim za tečnosti i trebaju imati sistem za odvođenje otpadne vode u kanalizaciju.
- Radnu površinu po mogućnosti držati u što manjem području.
- Obavezno je natkrivanje područja za rad koje je na otvorenom.



# PODRUČJE UTOVARA, ISTOVARA I PRETOVARA MATERIJAL

- Područje utovara, istovara i pretovara mora biti natkriveno, prekriveno slojem nepropusnim za tečnost i mora se izgraditi tako da nema odvodnih šahtova.



# KORIŠTENJE GRANIČNIH ZONA

Građevinski objekti trebaju imati određene granične razmake sa susednim parcelama. Pored toga pravila gradnje treba da zahtevaju kako u naseljenim tako i u nenaseljenim i industrijskim područjima da se u projektu predvidi i manji dio zelene površine kao i slobodnog prostora.

Te zelene površine ne služe samo za ulepšavanje prostora oko industrijskog objekta, nego se mogu iskoristiti kao idealan prostor za infiltraciju kišnice sa krovova.



Infiltraciju oborinskih voda kroz revitalizirani sloj tla moguće je sprovesti na malim površinama zemljišta. Za površinu tla korištenu za infiltraciju potrebno je 5-10% ukupne površine na koju padaju atmosferske vode i sa koje se odvođe različitim sistemima

# VIŠESTRUKO KORIŠTENJE ZELENIH POVRŠINA

Radno okruženje je važan stimulans za produktivan rad.

Isto tako je važno imati korisne zelene površine u industrijskoj zoni i oko zgrade poslovanja, jer one čine granicu između skladišta, parkinga, radnog mesta i područja za utovar, istovar i pretovar materijala.

Ove značajne površine moguće je višestruko koristiti: kao prostor za dizajn u komercijalne svrhe firme (postavljanje reklamnih objekata), područje za odmor, kao i za infiltraciju atmosferskih voda.



# INFILTRACIJA U DEPRESIJAMA



Na mnogim dobro urađenim primerima može se videti da su zelene površine u industrijskoj zoni i području oko preduzeća, naročito granični prostor i prostor između građevinskih objekata, idealni kao prostor za infiltraciju u depresijama. Najbolje su depšressije sa ravnim bočnim stranama tako da se lako mogu mašinski kositi.



Kišnica se kroz male otvore na popločanom delu sakuplja i odvodi do prostora gdje je moguća infiltracija.



# INFILTRACIJA NA RAVNIM POVRŠINAMA

Na blago kosim površinama kišnica će u obliku tankog vodenoj sloja oticati bez ikakvog uticaja na namensko/predviđeno korištenje površine.

Na ovakav način su izbegnuta velika finansijska ulaganja za izradu šahtova, kanala i odvodnih cevi.

Najjednostavniji način zbrinjavanja kišnice jeste direktno na licu mesta ili tzv. “preko ramena“, gdje kišnica odlazi na zelenu površinu i tu se infiltrira. Jedan dio kišnice odlazi u podzemne vode, a veći dio ponovo isparava iz zemljišta, čime se obezbjeđuje ugodna mikroklima.



Najjednostavnije i najekonomičnije rješenje: sa 2-spratnog parking se oborinske vode odvođe direktno na zelenu površinu gdje se infiltriraju.



# Zaključak

- Važno je napomenuti da i kišnica i voda koja je zaprljana benzinom, dizelom ili lož uljem ne smeju dospjeti u zemljište, odnosno tako onečišćena ponirati u zemlju, biti puštena u kanalizacijsku mrežu, niti odvođena direktno u površinske vode.
- Isto tako bi trebao biti strožiji inspekcijski nadzor kanalisanja svih vrsta sredstava za podmazivanje.
- Stoga zagađena vode ili kišnica u kojoj mogu biti sadržani štetni sastojci mora prvo proći kroz separator ulja i masti
- Otpadna voda sa životinjskim ili biljnim mastima i uljima se takođe mora obraditi prije nego što se pusti u kanalčizacioni sistem, a naročito pre nego se ispusti u površinske tokove.
- I u ovom slučaju je jedino rješenje obrada otpadnih voda, odnosno predtretman putem separatora.

# HVALA NA PAŽNJI !

