



ODRŽIVO UPRAVLJANJE KIŠNICOM

Uputstvo za infiltraciju i korištenje



Baudirektion
Kanton Zürich
AWEL Amt für
Abfall, Wasser, Energie und Luft

cee
centar za ekologiju i energiju

Izdavač:

Centar za ekologiju i energiju

M. i Ž. Crnogorčevića 8, 75000 Tuzla

Tel: 035/249 – 310, fax: 035/249 – 311

www.ekologija.ba

Autori:

Alma Kovačević, koordinatorica projekta

Džemila Agić, direktorica Centra za ekologiju i energiju

U pripremi učestvovali:

Muamer Hajdarević, kantonalni inspektor za okoliš TK

Hidajet Ribić, kantonalni inspektor za vode TK

Jazid Ferhatbegović, komunalni inspektor, općina Tuzla

Nedim Mujkić komunalni inspektor, općina Lukavac

Suada Aljić, komunalni inspektor, općina Živinice

Štampa:

OFF-SET Štamparija Tuzla



Baudirektion

Kanton Zürich

AWEL Amt für

Abfall, Wasser, Energie und Luft

Publikacija je realizirana u saradnji sa
Uredom za zaštitu okoliša kantona Ciriha, Švicarska.

ODRŽIVO UPRAVLJANJE KIŠNICOM

Uputstvo za infiltraciju i korištenje



Tuzla, BiH, 2012.

1. UKRATKO O BROŠURI	1
2. PUTEVI KIŠNICE	3
3. INFILTRACIJA KIŠNICE	4
3.1. ULOGA TLA KOD INFILTRACIJE	4
3.2. NAJVAŽNIJI KORACI ZA USPJEŠAN POSTUPAK	5
3.3. TEHNIČKA UPUTSTVA ZA IZGRADNJU INFILTRIRAJUĆEG SLOJA	6
3.4. RAZLIČITI PRIMJERI INFILTRACIJE	6
4. KIŠNICA U DOMAĆINSTVIMA	8
4.1. KORIŠTENJE KIŠNICE U DOMAĆINSTVIMA	8
4.2. INFILTRACIJA I KORIŠTENJE KIŠNICE	9
4.3. SAKUPLJANJE, KORIŠTENJE, INFILTRACIJA I PREČIŠĆAVANJE KIŠNICE ...	10
4.4. INFILTRACIJA KIŠNICE SA I OKO STAMBENIH OBJEKATA	11
4.5. KIŠNICA KAO STRUKTURNI ELEMENT NASELJA	11
5. KIŠNICA U INDUSTRIJSKOM AREALU	12
5.1. INFILTRACIJA KIŠNICE	12
5.2. POVRŠINA NA KOJU PADA KIŠA, NAČIN ZBRINJAVANJA	13
6. DODATNI RAZLOZI ZA INFILTRACIJU	14
6.1. KORIŠTENJE GRANIČNIH ZONA	14
6.2. VIŠESTRUKO KORIŠTENJE ZELENIH POVRŠINA	14
7. PRIMJERI DOBRE PRAKSE	15
7.1. INFILTRACIJA U UDUBINAMA	15
7.2. INFILTRACIJA NA RAVNIM POVRŠINAMA	16
8. ZAKLJUČAK	17
LITERATURA	18

1. UKRATKO O BROŠURI

Svrha izdavanja brošure o održivom upravljanju, infiltraciji i korištenju kišnice je da se na sažet i slikovit način zainteresiranim pojedincima, kao i ekspertima, industriji i medijima u Bosni i Hercegovini ukaže na mogućnosti pravilnog upravljanja kišnicom u svakodnevnom životu i radu. Upravljanje kišnicom je neophodno u firmama, kolektivnim i individualnim stambenim objektima, okućnicima, cvjetnjacima, baštama, manjim i većim poljoprivrednim gazdinstvima, parkovima, uličnim i pješačkim pločnicima, hidrantima i slično.

Sama tehnologija prikupljanja, odvođenja i skladištenja kišnice vrlo je jednostavna. Prikupljena kišnica višestruko se upotrebljava, a njeno korištenje je isplativo. Osnovu tehnologije prikupljanja i infiltracije kišnice čine drenažni sistem kanala za prikupljanje i odvođenje i spremnici (rezervoari) za kišnicu.

Brošura daje građanima i zaposlenim u firmama koji upravljaju kišnicom dovoljno informacija o važnosti infiltracije i korištenja kišnice, kao i ekološkom efektu i finansijskim uštedama do kojih može dovesti njeno korištenje.



Slika 1. Tipičan spremnik za kišnicu

Korištenje kišnice dovodi do smanjenja svakodnevnih troškova za upotrebu vode u domaćinstvima iz sistema javnog vodosnabdijevanja. Rizici od suša na povrtnim i voćarskim površinama, poljoprivrednim gazdinstvima, staklenicima mogu se znatno ublažiti kroz kontinuirano navodnjavanje na relativno jednostavan i jeftin način, korištenjem sakupljene kišnice u rezervoarima.

Sakupljanje i korištenje kišnice 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 povrtnih površina u toku sušnih perioda. U osnovi, radi se o održivim projektima razvoja i očuvanja vodnih resursa.

Brošura je namijenjena zaposlenima u industriji, poljoprivredi, voćarstvu, vlasnicima individualnih i kolektivnih stambenih objekata i svim drugim koji žele dati svoj doprinos u obogaćivanju vodnih resursa. Brošura im nudi niz praktičnih i slikovnih prikaza prikupljanja, skladištenja, mnogostruke primjene, infiltracije i odvođenja kišnice.

Radi lakšeg razumijevanja u nastavku dajemo opis osnovnih pojmova.

Atmosferska (oborinska) voda

Voda iz atmosfere, koja dopijeva na zemlju padavinama (kiša, snijeg, grad, magla) najčistija je prirodna voda. Ova voda, pored apsorbiranih gasova iz vazduha (O, N i CO₂) sadrži organske i

neorganske materije, čija količina i sastav zavise od okolne atmosfere. U okolini naselja i industrijskih centara u atmosferskim padavinama nalaze se sumpor-vodonik, SO_2 , SO_3 , čestice prašine, čađi i dr. U blizini mora u atmosferskoj vodi nalazi se i nešto rastvorenog natrijum-hlorida. Ukupan sadržaj soli u atmosferskoj vodi, u nenaseljenim oblastima, kao i u krajevima bez termoelektrana ili velikih industrijskih postrojenja, ne prelazi vrijednost 3-5 mg/l. Atmosferska voda u blizini velikih naselja i/ili velikih industrijskih ili termoenergetskih postrojenja sa značajnom emisijom gasovitih materija dostiže vrijednost ukupnog sadržaja soli i od 50 mg/l. Veoma je meka i po svojim karakteristikama je slična destilovanoj vodi.

Površinske vode

Riječni tokovi, jezera, mora i bare sadrže pretežno nerastvorene mehaničke nečistoće organskog i neorganskog porijekla i nešto rastvorenih soli (sa izuzetkom morske vode). Osobine površinskih voda zavise od toga da li se radi o stajaćim, tekućim ili morskim vodama. Stajaće vode, posebno jezera i bare, mogu imati kiseli karakter usljed gasova i kiselina nastalih raspadanjem biljaka i ostataka živih organizama. Osobine površinskih voda određene su vrstom tla kao i količinom i osobinama podzemnih i atmosferskih voda, kao i količinom industrijskih i komunalnih otpadnih voda koje se u njih ulijevaju. Količina i osobine voda u rijekama i jezerima mijenjaju se usljed padavina, topljenja snijega i dr. Riječne vode sadrže relativno malu količinu rastvorenih soli - najviše 500-600 mg/l, dok vode mora i okeana sadrže znatno više- približno 35 g/l.

Podzemne vode

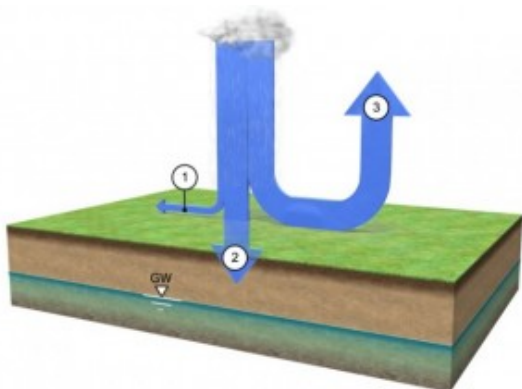
Poniranjem atmosferskih i površinskih voda kroz tlo nastaju podzemne vode, pri čemu se, prolazeći kroz različite slojeve zemljine kore, prečišćavaju od mehaničkih primjesa, ali pri tom rastvaraju niz soli. Lako rastvorljive soli, kao što su natrijum-hlorid (NaCl), natrijum-sulfat (Na_2SO_4), magnezijum-sulfat (MgSO_4) tom prilikom direktno se rastvaraju. Teško rastvorljive soli, kao što su karbonati magnezijuma, kalcijuma i gvožđa (MgCO_3 , CaCO_3 , FeCO_3) rastvaraju se zahvaljujući prisustvu ugljen-dioksida (CO_2) u vodi. Kao rezultat ovih reakcija obrazuju se bikarbonati Ca, Mg, Fe, disocirani na katione Ca_2^+ , Mg_2^+ i Fe_2^+ i anione HCO_3^- . Prisustvo rastvorenih silikata u vodi posljedica je dugotrajnog djelovanja vode na silikate i alumino-silikate (granit, kvarc i dr.) u prisustvu organskih kiselina. Ukupan sadržaj soli u podzemnim vodama dostiže vrijednosti 1500-2000 mg/l.



Slika 2. Kruženje vode u prirodi

2. PUTEVI KIŠNICE

U prirodnom vodenom ciklusu veći dio oborinskih voda će da ponire (infiltrira) u prirodu, a samo mali dio će biti površinski usmjeren u odvod. Na taj način podzemne vode prirodno se obnavljaju i održava se biološka mikroklima (slika 3).

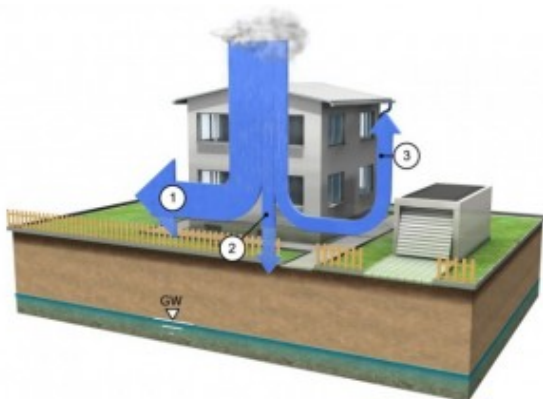


1. Površinsko odlijevanje
2. Infiltracija (poniranje)
3. Isparavanje

Slika 3. Tok oborinskih voda na neizgrađenom zemljištu

Povećanom izgradnjom sve više zelenih površina se „zapečate“ (slika 4), tako da oborinske vode moraju biti odvođene putem kanala, što opet dovodi do sljedećih negativnih posljedica:

- 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;
- Pogoršanje mikroklime;
- Pustošenje prirodnih krajolika.



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

Slika 4. Tok oborinskih voda na izgrađenom zemljištu

Iz ovog razloga, kod izgradnje novih objekata ne bi trebalo biti dozvoljeno ulijevanje 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.

Pored ekoloških aspekata, postoje i ekonomski razlozi za zadržavanje i upravljanje kišnicom na vlastitom posjedu. Tako je moguće upotrebom kišnice za ispiranje toaleta, zalijevanje bašte, pranje veša itd. uštedjeti na količini pitke vode koju koristimo, a kojoj svake godine raste cijena.

Pored toga, nakon izgradnje prečišćivača za otpadne vode, morat će se financirati njihov rad i održavanje što će dovesti do povećanja cijene za odvodnju i prečišćavanje otpadnih voda.

U industrijskim objektima, koji imaju velike krovove i betonirane površine, veoma važno je omogućiti infiltraciju ili korištenje kišnice.

3. INFILTRACIJA KIŠNICE

Da bi infiltracija bila uspješna u nastavku dajemo najvažnije informacije vezane za:

- ulogu tla kod infiltracije,
- najvažnije korake za uspješnu infiltraciju,
- tehnička uputstva za izgradnju infiltrirajućeg sloja,
- različite primjere infiltracije.

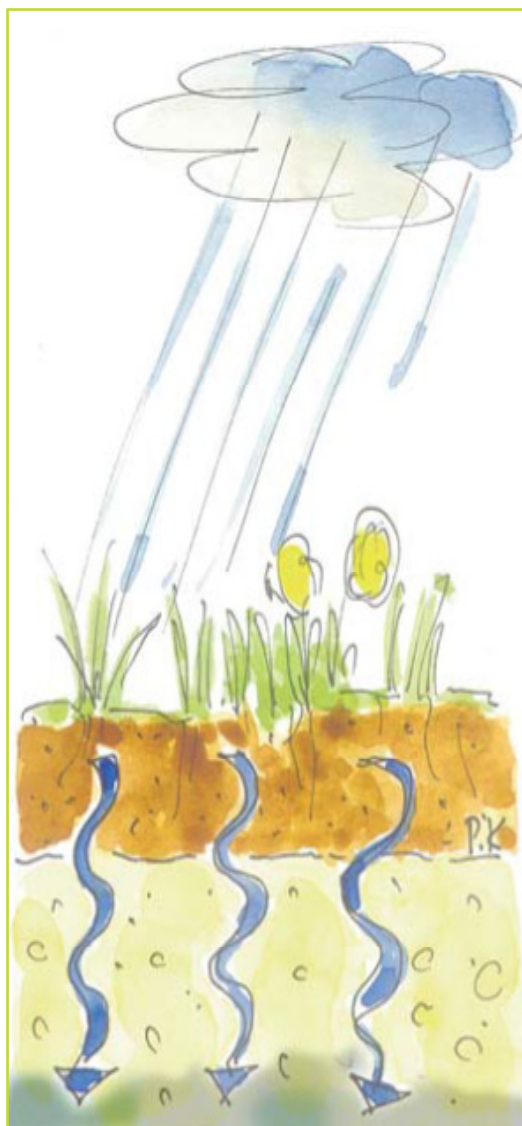
3.1. ULOGA TLA KOD INFILTRACIJE

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

površinski sloj

srednji sloj

podzemni sloj



Slika 5. Infiltracija kišnice

3.2. NAJVAŽNIJI KORACI ZA USPJEŠAN POSTUPAK



Slika 6. Primjer planiranja za uspješnu infiltraciju

	<p>1. Korak: Određiti namjenu zemljišta npr. prilazni put, parking, dvorište itd.</p>		
	<p>2. Korak: Koje površine su u odnosu na namjenu iskoristive za infiltraciju?</p>		<p>4. Korak: Izdvojiti/odrediti koje se zelene površine mogu koristiti za infiltraciju kišnice</p>
	<p>3. Korak: Provjera učinkovitosti – provjeriti da li je moguće infiltrirati kišnicu na željenom tlu (konsultovati geologe i općinske službe).</p>		<p>5. Korak: Izrada projekta odvodnje oborinskih voda sa zemljišta.</p>

Slika 7. Glavni koraci za uspješnu infiltraciju

3.3. TEHNIČKA UPUTSTVA ZA IZGRADNJU INFILTRIRAJUĆEG SLOJA

Nasip tucanik-šljunak

6 cm tucanika ili kamenja za cestogradnju

sloj od 15 – 30 cm šljunak (tucanik)

zemlja



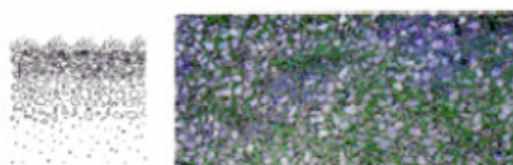
Travnjak od šljunka

trava

mješavina (šljunak-zemlja) debljine 15 cm

sloj od 15 – 30 cm šljunak (tucanik)

zemlja



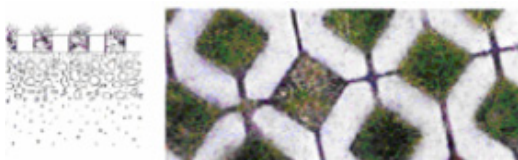
Travnata rešetka

betonska rešetka sa travom

6 cm pijeska ili kamenja za cestogradnju

5 – 30 cm sloja šljunka (tucanika)

zemlja



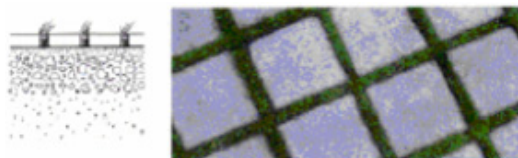
Travnata ploča

kamene kocke

3 – 5 cm pijeska ili kamenja za cestogradnju

15 – 30 cm sloja šljunka (tucanika) ili kamenja za cestogradnju

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 cestogradnju

zemlja

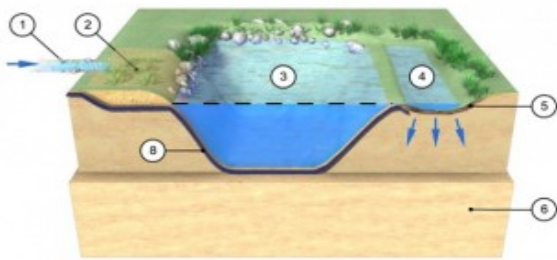


Slika 8. Različiti infiltrirajući slojevi

3.4. RAZLIČITI PRIMJERI INFILTRACIJE

Sakupljanje kišnice sa usporenim oticanjem

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

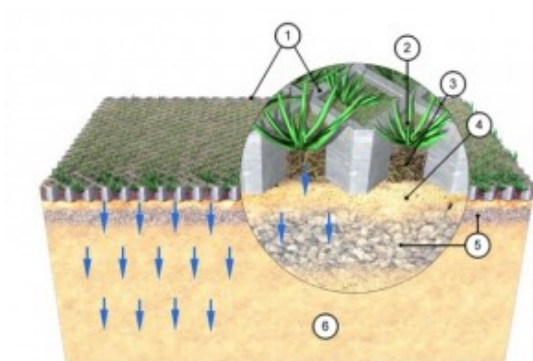


1. površinski dotok vode
2. grubi pješčani filter
3. jezerski biotop
4. infiltracija preko udubina
5. površinski sloj zemlje
6. sloj zemlje koji je u procesu stvaranja
8. nepropusni sloj

Slika 9. Jezero, biotop

Poniranje na većoj površini

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

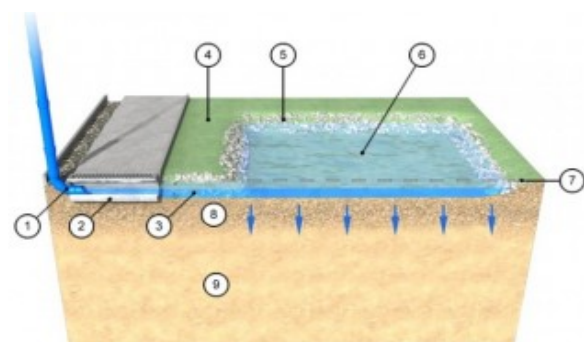


1. betonska rešetka
2. trava
3. humus
4. pješčani sloj
5. tucanik, šljunak
6. zemlja

Slika 10. Infiltracija preko veće površine

Infiltracija kroz udubine

Ovaj način zbrinjavanja kišnice je dobro rješenje 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 zahtjevana, 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.



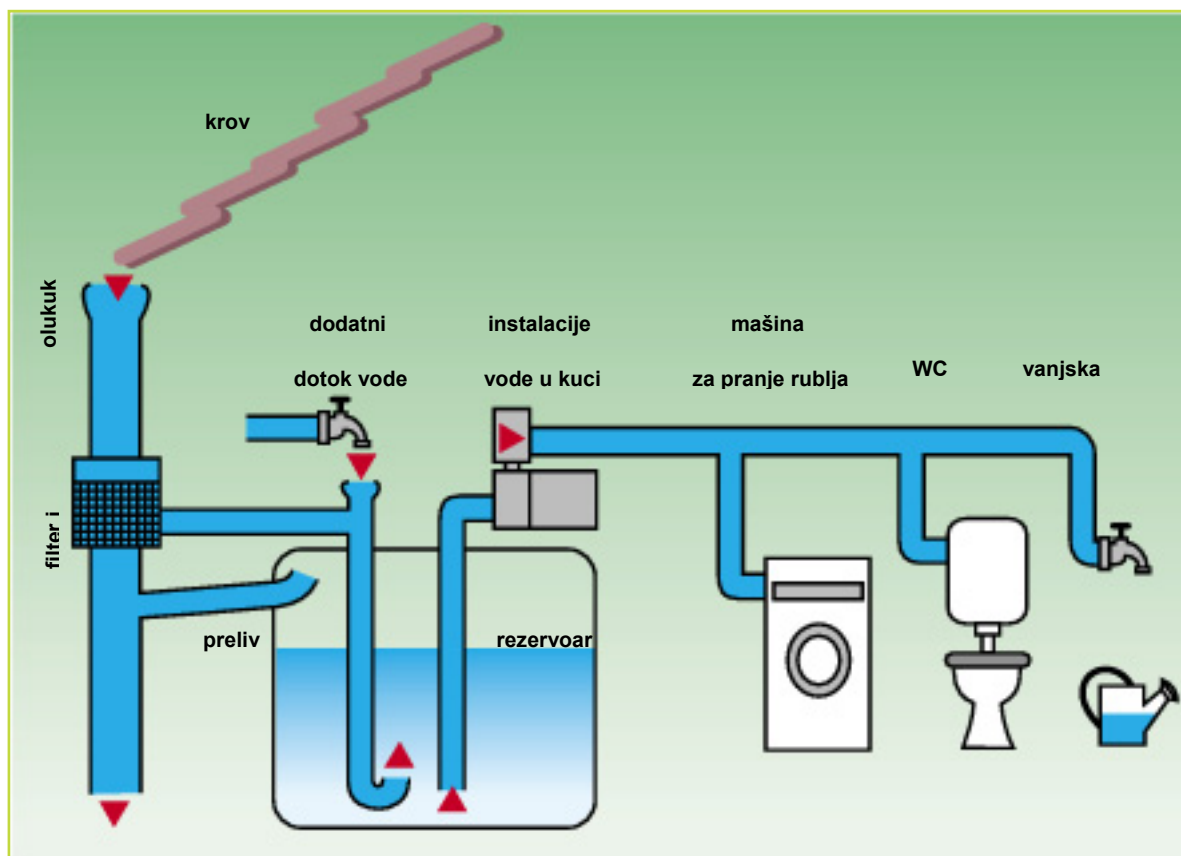
1. Cijev od oluka
2. Odvodni kanal
3. Površinski dotok
4. Travnna površina
5. Zaštita od erozije
6. Jama (udubina)
7. Maksimalan nivo vode
8. Tlo sposobno za infiltraciju
9. Čvrsta zemlja (tlo)

Slika 11. Infiltracija kroz udubine

4. KIŠNICA U DOMAĆINSTVIMA

4.1. KORIŠTENJE KIŠNICE U DOMAĆINSTVIMA

Izgradnjom uređaja za korištenje kišnice, osim ostalih prednosti, moguća je znatna ušteda pitke vode. Po svojim osobinama kišnica može zamijeniti pitku vodu kod: ispiranja toaleta, pranja veša ili automobila, čišćenja i zalijevanja u bašti.



Slika 12. Korištenje kišnice u domaćinstvu

Ljudi u svijetu već odavno koriste kišnicu za pranje rublja, gdje su razvili i nove modele mašina za rublje sa dva dotoka vode (jedan za kišnicu, a drugi za pitku vodu), tako da se rublje pere kišnicom sve do zadnjeg ispiranja, a posljednje pranje se obavlja pitkom vodom, što ovakva mašina automatski omogućuje.

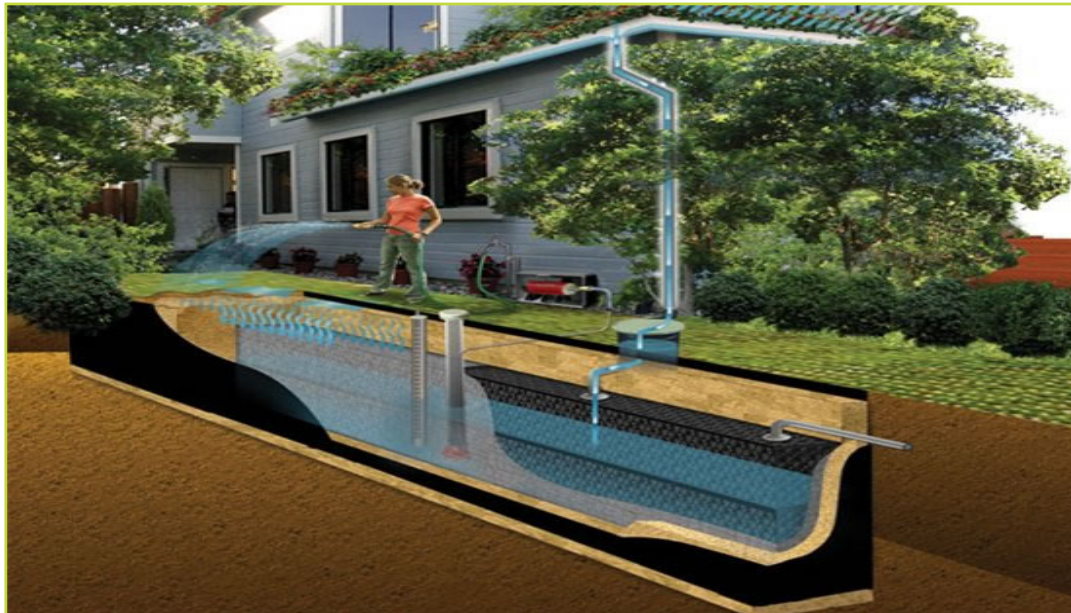
Mašina za pranje suđa, kao i mašina za pranje rublja dobro podnose kišnicu, meka voda kišnice bolje štiti uređaje od prijevremenog stvaranja kamenca, za razliku od vodovoda, čija voda uglavnom ima visok stepen tvrdoće. Naprimjer, samo jedan milimetar kamenca koji se stvara na grijaču bojlera ili izmjenjivača topline uvjetuje povećanu potrošnju energije (bilo struje, plina i sl.) za 16%.

Jedini nedostatak postrojenja na slici 12. jeste što je naknadna dogradnja mnogo zahtjevnija i dugotrajnija nego kada bi se izgradnja planirala tokom projektovanja objekta.

Također, korištenje kišnice je postupak, kojim se mogu znatno rasteretiti uređaji za prečišćavanje otpadnih voda u slučaju velikih padavina.

Podzemni retencioni sistem

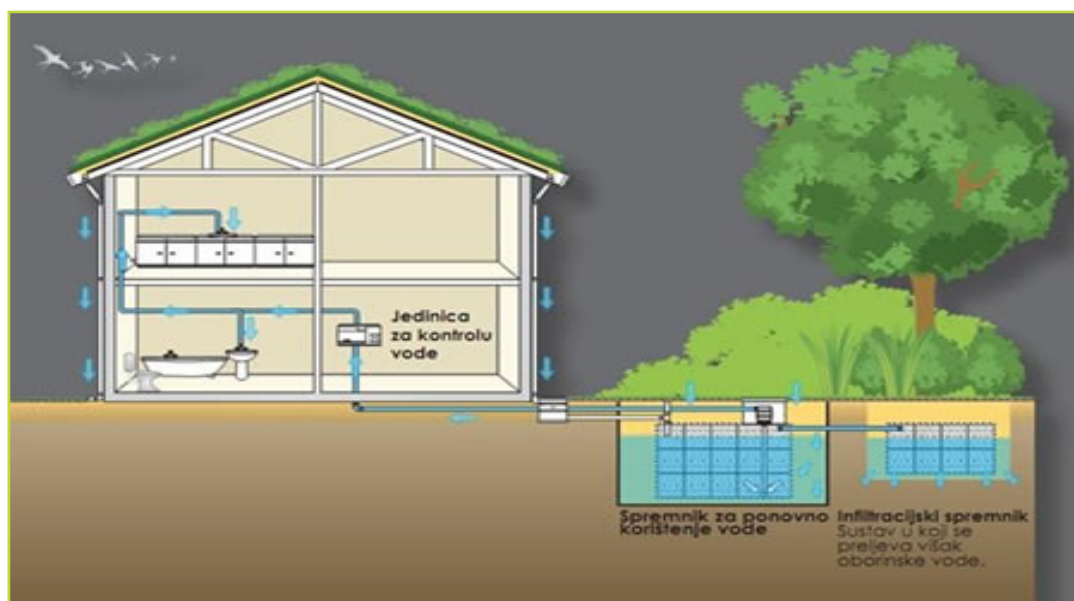
Ovakav sistem dokazao se efektivan u kućanstvu, ali i komercijalnim projektima kao siguran sistem za skladištenje (retenciju) i ponovno korištenje vode. Moguće je skladištiti kišnicu i koristiti je za zalijevanje. Kišnicu je moguće skladištiti ispod sportskih terena, dječjih igrališta, golf terena i koristiti je za navodnjavanje. Postoje mnogobrojne aplikacije u kojima se modularni spremnici za skladištenje vode mogu koristiti.



Slika 13. Upotreba skladištene kišnice za navodnjavanje

4.2. INFILTRACIJA I KORIŠTENJE KIŠNICE

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



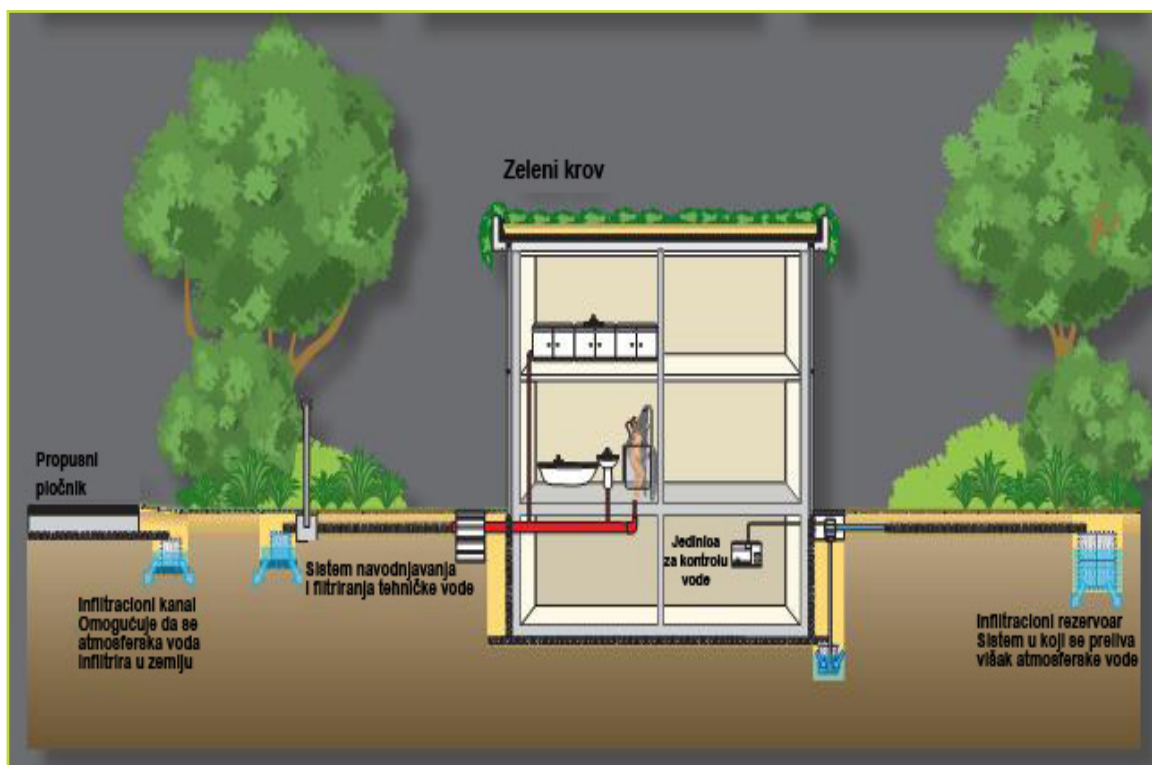
Slika 14. Sistem za skladištenje, ponovno korištenje i infiltraciju kišnice

4.3. SAKUPLJANJE, KORIŠTENJE, INFILTRACIJA I PREČIŠĆAVANJE KIŠNICE

Sistemsko rješavanje kompletnog pitanja (filtracija – sakupljanje – infiltracija - prečišćavanje) moguće je pomoću modularnih rezervoara (spremnika).

Ovi rezervoari daju mogućnost filtriranja atmosferske vode, sakupljanje oborinske vode i integrirani sistem infiltracije i prečišćavanja oborinske vode. Ovakva rješenja zamjenjuju staru rimsku tehnologiju. Cijevi, šahtovi, jame i ostale kanalizacijske sisteme adekvatno zamjenjuje sistem za upravljanje oborinskim vodama, a čine ga veliki podzemni spremnici koji stvaraju balans između okoliša i urbanog djelovanja.

Voda se prirodno filtrira i pogodna je za ponovno korištenje bez raznih zagađenja i bakterija.

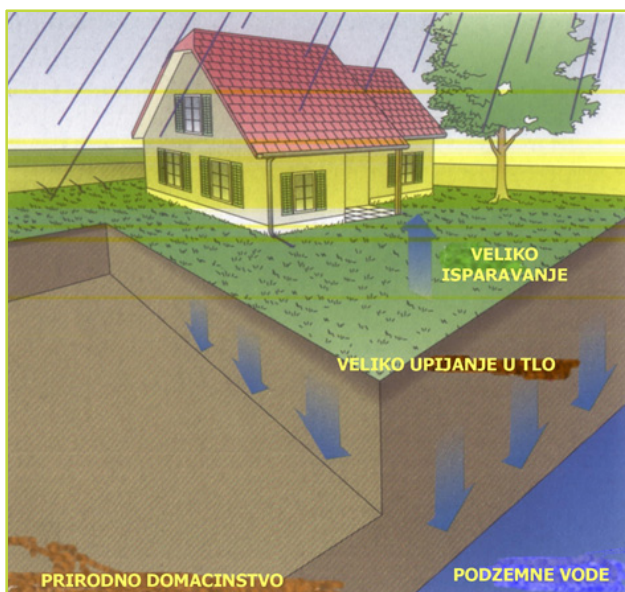


Slika 15. Sistem za sakupljanje, korištenje, infiltraciju i prečišćavanje kišnice

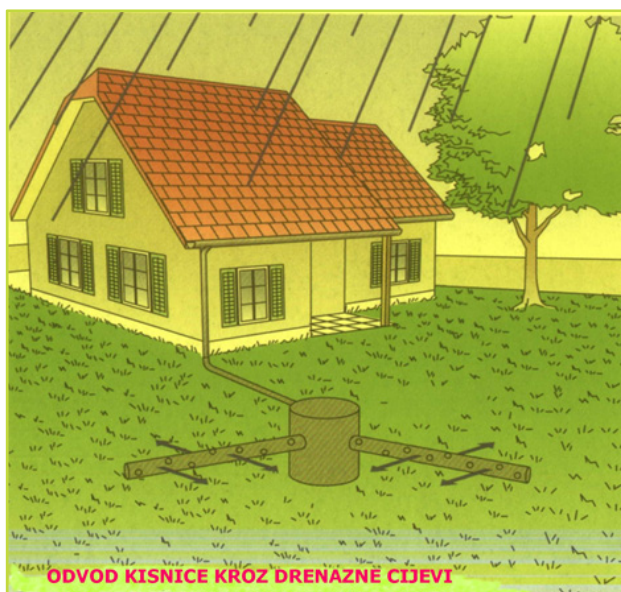
Prednosti ovog sistema su što je kapacitet vode neograničen. Smanjuje se ovisnost o vodi iz mreže, infiltracijski sistem i sistem za sakupljanje vode je nadzemni i podzemni, a spremnici su modularni, lagano se prilagođavaju bilo kakvom zahtjevu za volumenom i prostorom, snažnog su strukturalnog dizajna, te su vrlo niski zahtjevi za održavanjem, pošto zbog prethodnog filtriranja 95% korisne zapremine nema potrebe za održavanjem.

4.4. 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. Ona se ponovo može pojaviti u vidu izvora ili može nastaviti da otiče u dublje slojeve zemlje, gdje se priključuje podzemnim vodotocima. Iz nadzemnih i podzemnih izvora dobijamo vodu za piće. Da bi bilo dovoljno prirodnih resursa pitke vode, koji su potrebni za život ljudi i životinja, neophodno je omogućiti infiltraciju vode, izbjegavati izgradnju vodonepropusnih površina (betonirana dvorišta, parkinge, pješačke staze...) i manje količine vode odvoditi podzemnim cijevima.



Slika 16. Prirodni odvod kišnice u tlo



Slika 17. Odvođenje kišnice kroz drenažne cijevi

4.5. KIŠNICA KAO STRUKTURNI ELEMENT NASELJA

U naselju, gdje nije moguće omogućiti infiltraciju sve kišnice u tlo, potrebno je napraviti odvojen odvod za kišnicu i na taj način rasteretiti kanalizacionu mrežu. To ne mora biti podzemnim cijevima, kišnica se može koristiti u oblikovanju okoline.



Slika 18. Biotop u dvorištu



Slika 19. Infiltracija kod uređenja dvorišta

Dvorišta i javne površine mogu biti prirodno oblikovane/uređene. Prirodni i otvoreni kanali za odvođenje vode i rastresito tlo, omogućavaju prirodni rast biljaka na toj površini. Sa jedne strane popravljaju se klimatsko stanje na tom malom području, što omogućava popravljavanje životnih uvjeta u staništima biljaka i životinja, a sa druge strane stvaraju se primamljiva mjesta na kojima se okupljaju djeca i odrasli, što podiže svijest građane o ovom elementu - o vodi.

5. KIŠNICA U INDUSTRIJSKOM AREALU

Privredni sektor najčešće ima pored ogromne potrebe za vodom i velike krovne površine. Time imaju odlične predispozicije za iskorištavanje kišnice za svoje potrebe. Pored korištenja u proizvodnji, kišnica se može primjenjivati i u druge svrhe.

Ako uzmemo u obzir da voda stalno poskupljuje, a sa njom i takse za otpadnu vodu, iskorištavanje kišnice može dovesti do dvostrukih ušteda.

Svi primjeri za korištenje kišnice koji su navedeni u poglavlju vezanom za domaćinstva mogu se primjeniti i u industriji.

5.1. INFILTRACIJA KIŠNICE

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

Najjednostavniji, najisplativiji i najučinkovitiji način odvodnje oborinskih voda jeste preko zelenih površina.

U Zakonu o zaštiti voda prioritet bi trebao biti da se oborinske vode koje nisu zaprljane infiltriraju preko zelenih površina. Ukoliko to nije moguće, onda se trebale usmjeravati u površinske vode, a samo u iznimnim slučajevima ako su vode zaprljane treba se dozvoliti priključenje na kanalizaciju.

Najracionalnije je oborinske vode preko čvrstog tla, površinskih kanala ili kroz plitke udubine odvoditi prema zelenoj površini gdje je moguća infiltracija. Na taj način zelene površine mogu biti dvostruko korisne - kao element uređenja industrijskog područja u komercijalne svrhe (postavljanje reklamnih objekata), a prilikom padavina za infiltraciju oborinskih voda. Pored toga, svaka infiltracija nezagađene kišnice smanjuje opterećenje gradskog postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, čime se povećava njegova učinkovitost, a smanjuju operativni troškovi gradskog postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda i kanalizacionu mrežu.

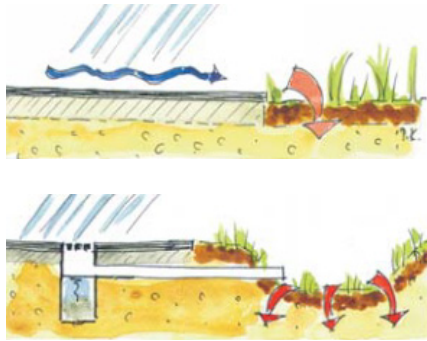
U nastavku su dati prijedlozi za infiltraciju vode u industriji zavisno od toga sa koje površine dolazi.

Infiltracija je proces pri kojem se tekuća voda uvodi u tlo (ponire) kroz njegovu površinu ili kroz plitke udubine ili jame u tlu. Infiltracija može biti uzrokovana kišom, navodnjavanjem, tekućim otpadom odloženim na tlu, umjetim napajanjem podzemnih voda ili procjeđivanjem gubitaka iz vodovoda i rezervoara za vodu.

Infiltracija padavina

predstavlja pojavu procjeđivanja vode kroz tlo i pri tome ima višeznačne utjecaje na obnavljanje podzemnih voda koje se pojavljuju ispod ozračenog pojasa.

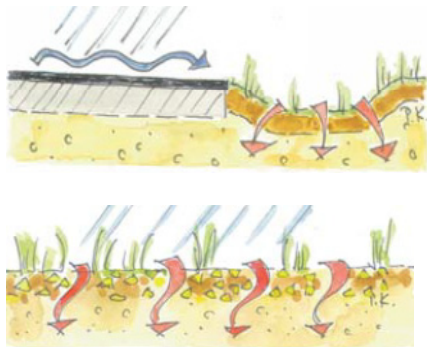
1. Površine korištene za saobraćaj/ prilazni putevi i sve ostale površine u industrijskoj zoni



Površinsko odvođenje oborinskih voda preko čvrste podloge ili putem kanala koji vode do najbliže zelene površine radi infiltracije.

Asfaltirane površine sa šahtovima koji vode oborinske vode do udoline ispunjene humusnim slojem radi infiltracije.

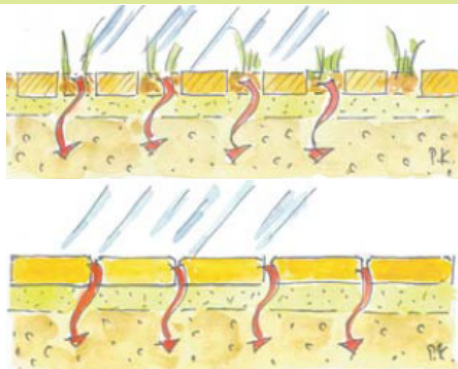
2. Skladišne površine za materijale koji nisu potencijalni zagađivači voda



Asfaltirane površine sa kanalima koji vode oborinske vode do udubine ispunjene humusnim slojem radi infiltracije.

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

3. Parking za putnička vozila



Površinsko odvođenje oborinskih voda preko djelimično zasađenih površina, kao što su otvorene kocke na parkinzima.

Infiltracija na površini koja nema živu podlogu kao što je kvarcni pijesak, šljunak.

4. Površine za rad na otvorenom

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

5. Područje utovara, istovara i pretovara materijal

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

Slika 20. Mogućnosti infiltracije kišnice u industriji

6. DODATNI RAZLOZI ZA INFILTRACIJU

6.1. KORIŠTENJE GRANIČNIH ZONA

Građevinski objekti trebaju imati određene granične razmake sa susjednim parcelama. Pored toga pravila gradnje treba da zahtijevaju 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 uljepšavanje prostora oko industrijskog objekta, nego se mogu iskoristiti kao idealan prostor za infiltraciju kišnice sa krovova.



Slika 21. Primjer dobro iskorištenog prostora granične zone su udubine za infiltraciju u industrijskoj zoni

Zauzima malu površinu

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 oborinske vode i sa koje se odvede različitim sistemima.

6.2. 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 mjesta 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 oborinskih voda.



Slika 22. Na prostoru od 33'500 m² zemljišta koje pripada Express DHL-u u Regensdorfu se zelena površina dvostruko koristi: za uređenje prostora u skladu sa okolinom i za infiltraciju oborinskih voda sa krovova i površina oko objekta

7. PRIMJERI DOBRE PRAKSE

7.1. INFILTRACIJA U UDUBINAMA

Na mnogim dobro urađenim primjerima može se vidjeti 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 udubinama. Najbolje su udubine sa ravnim bočnim stranama tako da se lako mogu mašinski kositi.



Slika 23. Prostor za infiltraciju velikog poštanskog centra u Schlieren-u.

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



Slika 24. Kišnica sa velike asfaltirane površine firme Acifer se sakuplja putem šahtova i odvodi do najbliži prostor za infiltraciju koja graniči sa parcelom.



Slika 25. Oborinske vode sa velikih skladišnih površina firme TOI TOI u Buchsu površinski se odvođe do infiltracijskih udubina.



Slika 26. Dobro iskorištena zelena površina kao prostor za infiltraciju oborinskih voda.



Slika 27. Kišnica sa krova dvorane za sportove na ledu se odvodi u infiltracijsku jamu koja je iz sigurnosnih razloga ograđena žicom.

7.2. INFILTRACIJA NA RAVNIM POVRŠINAMA

Na blago kosim površinama kišnica će u obliku tankog vodenoj sloja oticati bez ikakvog uticaja na namjensko/predviđeno korištenje površine. Na ovakav način su izbjegnuta velika finansijska ulaganja za izradu šahtova, kanala i odvodnih cijevi.

Najjednostavniji način zbrinjavanja kišnice jeste direktno na licu mjesta 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 tla, čime se obezbjeđuje ugodna mikroklima.



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



Slika 28. Primjeri dobre prakse u svijetu

8. ZAKLJUČAK



Stambeni objekat

Poslovni objekat

Infiltracija oborinskih voda preko zelene površine je i u slučaju stambenih i poslovnih objekata najekonomičnija, najefikasnija i ekološki najprihvatljivija varijanta zbrinjavanja oborinskih voda.

Ako se kišnica ne može koristiti, njeno zbrinjavanje se treba uraditi prema naredna tri prioriteta:

- 1. Prioritet:**
Infiltracija kroz revitalizirani sloj tla
- 2. Prioritet:**
Odvodnja do najbliže površinske vode (potok, rijeka, jezero)
- 3. Prioritet:**
Ispuštanje u kanalizaciju

Važno je napomenuti da i kišnica i voda koja je zaprljana benzinom, dizelom ili lož uljem ne smije dospjeti u tlo, 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 odvodnje svih vrsta sredstava za podmazivanje. Stoga onečišćene 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 kanalizacijski sistem, a naročito prije nego se ispusti u površinske tokove. I u ovom slučaju je jedino rješenje obrada otpadnih voda, odnosno predtretman putem separatora.

LITERATURA:

1. „Mit Regenwasser wirtschaften“; Umweltamt Dresden, 1999;
2. „Regenwasser versickerung“, Stadt Aichach, 2002;
3. „Regenwasser – Versickerung“ Stadtwerke Friedberg, 2002;
4. „Voda i mi – potrošnja, ušteda i zaštita voda“ ; Centar za ekologiju i energiju, Tuzla 2005;
5. „Regenwasser – Versickerung“, Stadt Krefeld, Fachbereich Umwelt, 2008;
6. „Regenwasser – zu schade für den Kanal“, Umweltberatung Österreich, 2009;
7. „Regenwasser versickern – Bau und Betrieb begrünbarer Versickerungsanlagen“, Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, 2009;
8. „Neuer Umgang mit Niederschlagwasser in Berlin“, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, 2009;
9. „Grünflächen in Industrie- und Gewerbearealen doppelt nutzen – Versickerung des Regenwassers“, Baudirektion Kanton Zürich, AWEL - Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, 2009.



ČUVAJMO OKOLIŠ!