



# Projektni period

---

- n Projektni period je razdoblje za koje projektujemo sistem i u kojem će sistem uz ispravno upravljanje i potrebna redovna održavanja tehnički funkcionisati.
  
- n Projektni period zavisi od:
  - vijeka trajanja pojedinih objekata i opreme kanalizacionog sistema (vijek trajanja pojedinih elemenata kanalizacijskog sustava propisan je zakonom
  - mogućnosti eventualno potrebnog proširenja (faznost gradnje) objekata k.s.
  - ponašanju sistema u početnom periodu korištenja (nepotpuno iskorišten)
  - porastu broja stanovnika i potrošnje
  - ukupnoj investiciji, kamatama i otplati investicionog duga
  - promjeni vrijednosti novca

<b>TIP OBJEKTA</b>	<b>POSEBNE KARAKTERISTIKE</b>	<b>PRAVILNIK (godine)</b>	<b>PLANSKO RAZDOBLJE (godine)</b>
Brane i veliki kanali	skupi i neprikladni za povećanje kapaciteta	33	30-50
Crpne stanice, uređaji za pročišćavanje	kad je veličina prirasta i kamata mala	20	20-25
Crpne stanice, uređaji za pročišćavanje	kad je veličina prirasta i kamata velika	-	10-15
Kolektori profila većeg od Ø400 mm	male cijevi je skuplje zamijeniti ako je razdoblje dulje	20	20-30
Sekundarna mreža kolektori profila manjeg od Ø400 mm	zahtjevi se mogu brzo mijenjati u ograničenom prostoru	20	za krajnje razvojno razdoblje

Projektni periodi za objekte kanalizacionog sistema

# Određivanje mjerodavnih količina otpadne vode

- n Analizu mjerodavnih količina otpadne vode potrebno je sprovesti za svaku kategoriju potrošača:

- sanitarne (kućne) vode
  - industrijske vode
  - tuđe vode
  - atmosferske vode
- otpadne vode

- n U urbanim sredinama količine otpadne vode koje se odводе kanalizacijom variraju zavisno od sušnog/kišnog perioda.

- n Mjerodavne količine:

- od mješovitog sistema:  $Q_{uk} = Q_{san} + Q_{ind} + Q_{obor}$
- od separacionog sistema

- n za sanitarnu kanalizacijsku mrežu:

$$Q_{uk} = Q_{san} + Q_{ind}$$

- n za atmosfersku kanalizacijsku mrežu:

$$Q_{uk} = Q_{obor}$$

# Određivanje količina sanitarnih (kućanskih) otpadnih voda

- n Potrebno je poznavati:
  - n - specifičnu potrošnju vode  $q_{sp}$  (potrošnja vode u (l) po jednom stanovniku u jednom danu (24 h))
  - n - broj stanovnika  $N_k$
- n Specifična potrošnja vode,  $q_{sp}$ , ovisi o stupnju sanitarno-tehničke opremljenosti stana, kvaliteti i cijeni vode, uređenju naselja, postojanju kanalizacije, klimatskim prilikama, ...
- n Prema međunarodnim iskustvima specifična potrošnja vode u kućanstvu prikazana je u slijedećoj tablici.

<b>TIP OTPADNIH VODA</b>	<b>KOLIČINA</b>
Kuhinjske	20 - 40
Sanitarne	35 - 95
Tuševi	35 - 105
Otpadne vode od pranja	30 - 60
<b>UKUPNO</b>	<b>120 - 300</b>

Količine otpadnih voda u kućanstvu (l/dan po stanovniku)

<b>Veličina naselja</b>	<b>Količina otpadnih voda (l/stanovniku/dan)</b>
< 5.000	150
5.000 - 10.000	180
10.000 - 50.000	220
50.000 - 250.000	260
> 250.000	300

Količina otpadnih voda prema Njemačkim propisima (ATV-A-118)

TIP USTANOVE/OBJEKTA	KOLIČINA
Zračna luka (po putniku)	15
Stan (po stanaru)	200
Kampovi:	
• kampovi sa svim centralnim sadržajima	120
• s WC-om, a bez tuševa	30
• dnevni kampovi (bez pripreme hrane)	50
• luksusni kampovi	350
Stambene kuće:	
• penzioni	180
• luksusne kuće	540
• kolektivna izgradnja	210
• individualni objekti	260
Vikendice sezonskog karaktera	180
Industrija (po osobi)	120
Bolnice (po krevetu)	800
Hoteli sa sanitarnim prostorijama	220
Hoteli sa zajedničkim sanitarnim prostorijama	80
Druge bolničke ustanove	400
Pokretne kuće (po kući)	800
Moteli s WC-om, kadm i kuhinjom	180
Moteli (po krevetu)	150
Piknik-parkovi (po gostu - samo WC)	15
Piknik-parkovi s kupaonicom/WC-om	30
Restauracije (toalet i kuhinjski otpad po gostu)	30

Restauracije (kuhinjski otpad po obroku)	10
Restauracije (samo bar)	6
Obična restauracija (po sjedalu)	110
Snack barovi (po sjedalu)	70
Škole:	
• sa spavanjem (koledž)	300
• bez gimnastičkih dvorana, tuševa i kafeterija (dnevno)	50
• s tuševima, kafeterijama i gimnastičkim dvoranama (dnevno)	80
• s kafeterijom, ali bez tuševa i gimn. dvorana (dnevno)	65
• osnovna škola (po učeniku), uz pripremu hrane	40
• srednja škola (po učeniku), uz pripremu hrane	50
Servisne stanice (po automobilu)	35
Bazeni	35
Kino (po sjedalu)	15
Kampovi s autoprikolicama, bez priključka vode i kanalizacije (po parkingu)	180
Kampovi s autoprikolicama, s priključkom na vodu i kanalizaciju (po parkingu)	350
Radnici:	
• građevinski na gradilištu	150
• službenici	50
Tvornice:	
• bez tuševa (po zaposlenom)	80
• s tuševima (po zaposlenom)	110

Količine otpadne vode u različitim objektima (l/dan po osobi)  
(u slučaju da se potrošnja određuje prema pojedinačnim objektima)

- n Na osnovu specifične potrošnje vode i broja stanovnika može se odrediti srednji dnevni protok otpadne vode  $Q_{sr,dn}$ :

$$Q_{sr,dn} = q_{sp} * N_k (+ q_{sp,2} * N_{k,2} + \dots + q_{sp,n} * N_{k,n})$$

- n Protok sanitarne otpadne vode mijenja se tokom dana (kao i u različitim periodima godine). Oscilacije potrošnje vode (pa tako i otjecanja otpadne vode) više su izražene u manjim naseljima (prigrad i selo), a manje izražene u gradovima.
- n Količina sanitarne otpadne vode koja se otječe u danu najveće potrošnje vode naziva se najveći (maksimalni) dnevni protok otpadne vode  $Q_{max,dn}$ 
  - određuje se prema izrazu:

$$Q_{max,dn} = Q_{sr,dn} * k_{max,dn}$$

$k_{max,dn}$  - koeficijent maksimalne dnevne neravnomjernosti

- n Količina otpadne vode koja protiče kanalizacijom u satu najveće potrošnje u danu najveće potrošnje naziva se najveći (maksimalni) satni protok  $q_{max,sat}$

- određuje se prema izrazu:

$$q_{max,sat} = (Q_{max,dn} / 24) * k_{max,sat}$$

$k_{max,sat}$  - koeficijent maksimalne satne neravnomjernosti

ili 
$$q_{max,sat} = q_{sr,sat} * k_{max,sat}$$

gdje je : 
$$q_{sr,sat} = Q_{max,dn} / 24$$

- n Koeficijenti maksimalne dnevne/satne neravnomjernosti dani su u obliku tablice.



Kategorija potrošača	$k_{\max, \text{dn}}$	$k_{\min, \text{dn}}$	$k_{\max, \text{sat}}$	$k_{\min, \text{sat}}$
Naselja seoskog tipa	2,00	0,10	3,00	0,20
Naselja mješovitog tipa	1,70	0,50	2,40	0,10
Naselja gradskog tipa				
do 10 000 stanovnika	1,50	0,60	1,80	0,25
10 do 50 000 stanovnika	1,40	0,65	1,60	0,30
50 do 100 000 stanovnika	1,30	0,70	1,50	0,30
preko 100 000 stanovnika	1,25	0,70	1,40	0,35
Turistički objekti				
A kategorija	1,40	0,60	2,50	0,25
Ostale kategorije	1,60	0,60	2,20	0,25
Privatni smještaj	1,80	0,50	2,20	0,25
Kampovi	2,00	0,40	2,30	0,00
Bolnice	1,50	0,60	2,20	0,00
Stoka	1,50	0,60	3,00	0,10

Koeficijenti maksimalne/minimalne dnevne/satne neravnomjernosti

- n Proračun količina sanitarnih (kućnih) otpadnih voda može se provesti tako da se:
  - n računa sa specifičnom potrošnjom vode (opskrbna norma) pa se na kraju vrijednosti srednje dnevne potrošnje, maksimalne dnevne i maksimalne satne potrošnje vode za stanovništvo umanjuju za gubitke vode na zalijevanje i gubitke u vodoopskrbnom sustavu i konačno za koeficijent umanjenja (0,80-0,95) te iz toga slijedi srednji dnevni, maksimalni dnevni i maksimalni satni protok otpadne vode ili
  - n računa sa specifičnom potrošnjom vode (opskrbna norma) koju se odmah na početku proračuna umanjuje za za gubitke vode na zalijevanje i gubitke u vodoopskrbnom sustavu i konačno za koeficijent umanjenja (0,80-0,95) i onda računaju vrijednosti srednjeg dnevnog, maksimalnog dnevnog i maksimalnog satnog protoka otpadne vode



# Određivanje količina industrijske otpadne vode

---

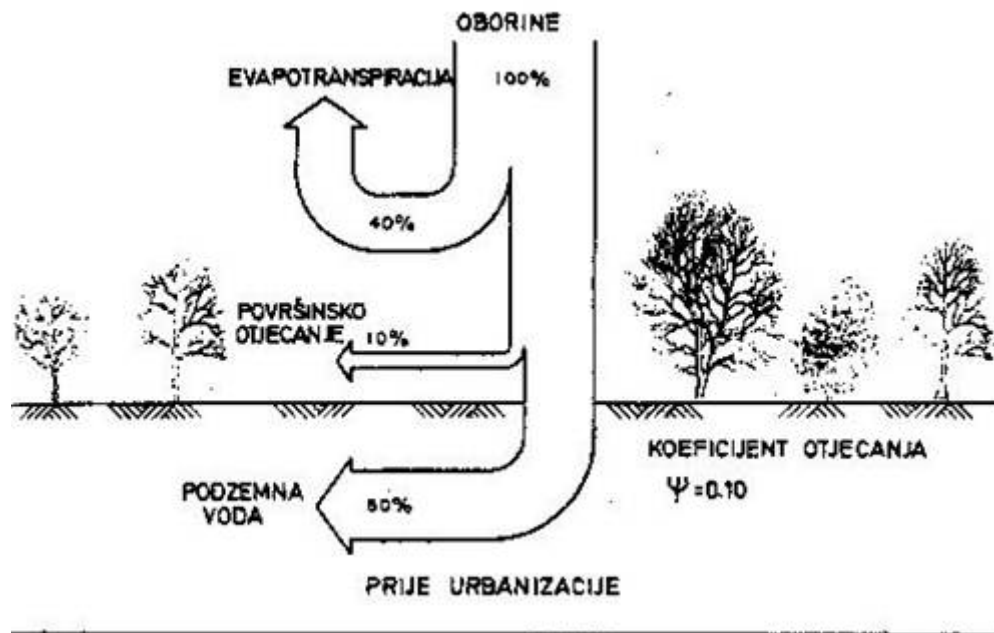
- n Potrošnja vode po jedinici proizvoda znatno varira (čak i u analognim poduzećima) pa je poželjno otpadne vode u količinskom i kvalitativnom smislu odrediti provođenjem ankete kod proizvodnih tehnologa.
- n Kvaliteta tehnoloških otpadnih voda je različita i vrlo često štetna za kanalizacijsku mrežu i proces pročišćavanja gradskih otpadnih voda. Stoga se uvijek propisuje kvaliteta industrijskih otpadnih voda koju one moraju imati prije priključenja na kanalizacijski sustav.
- n Također važno je definirati i propisati režim ispuštanja industrijskih otpadnih voda u gradski sistem u skladu s usvojenim kapacitetima kanalizacijske mreže, crpnih stanica, uređaja za pročišćavanje i drugih objekata kanalizacijskog sistema.



# Određivanje količina atmosferske vode

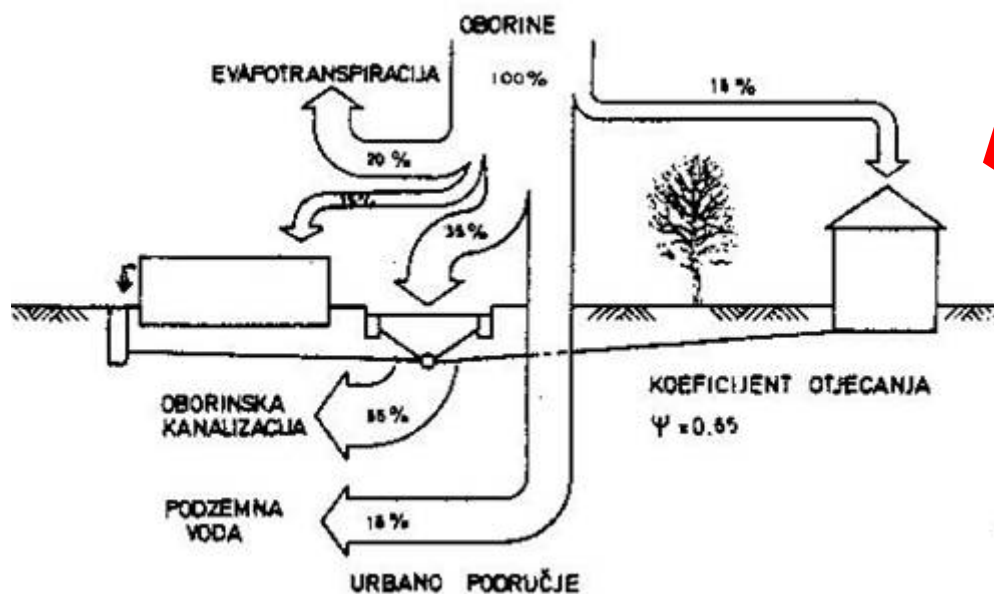
---

- n Za određivanje količina atmosferske vode potrebne su hidrološke veličine:
  - protok  $Q$  vrha hidrograma za dimenzioniranje kanala
  - cjelokupni hidrogram za dimenzioniranje: crpnih stanica, bazena za atmosferske vode, preliva, bazena za izjednačavanje protoka, uređaja za prečišćavanje voda...
- n U mnogim zemljama proračun mjerodavnih količina atmosferskih voda standardiziran je i propisan odgovarajućim uputstvima.
- n S obzirom da u našoj zemlji ne postoje takvi propisi koriste se različite metode proračuna (zavise o projektantovom izboru, u složenim sistemima problem rješavaju hidrolozi).



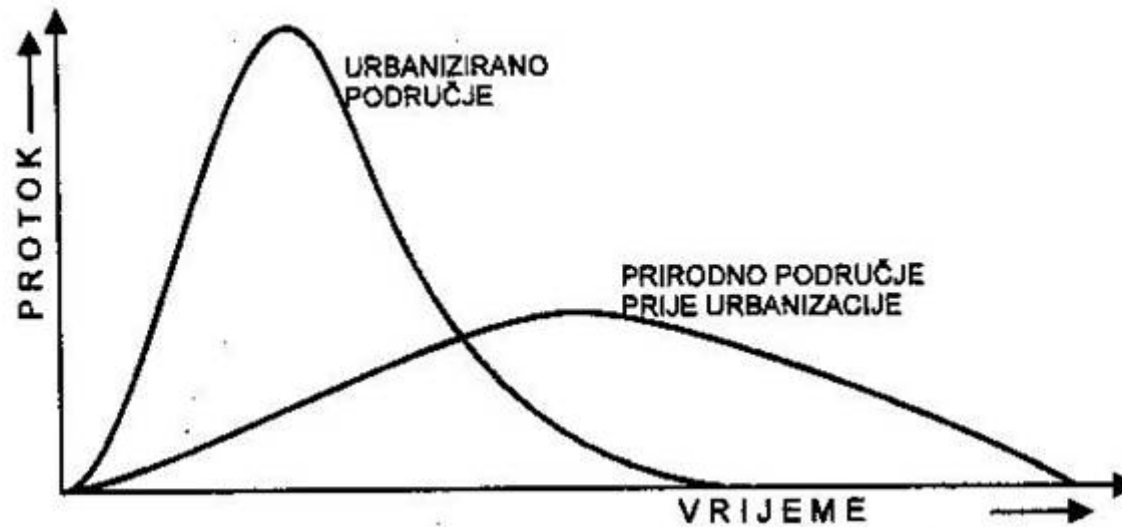
← Prirodna sredina

## Urbanizovane sredine



- manje vode se infiltrira u podzemlje, nivo podzemnih voda opada, opada i oticanje površinskim vodama sušnog razdoblja, mijenja se oblik hidrograma, smanjuje se vrijeme koncentracije i povećava vrh hidrograma otjecanja

- izgradnjom prostora smanjuje se količina padavina koja isparava u atmosferu jer se smanjuje zelenilo (evapotranspiracija)



Promjena hidrograma otjecanja urbanizacijom nekog područja

Bilansna jednačina za neko slivno područje glasi:

$$P = (G + E_z + P_e) + (I + S_d)$$

gdje su:

$P$  – oborina

$G$  – gubici na raslinju i drugim objektima

$E_z$  – evaporacija sa terena i depresija (za vrijeme jačih padavina može se zanemariti u odnosu na veličinu drugih faktora)

$P_e$  – neto ili efektivna kiša

$I$  – infiltracija

$S_d$  – volumen depresija

Opis područja	C
Ravno, s individualnom izgradnjom, s 30% vodonepropusne površine	0,40
Blago nagnuto, individualna izgradnja, s 50% vodonepropusne površine	0,65
Blago nagnuto, gusto izgrađeno područje, s oko 70% vodonepropusne površine	0,80

Koeficijent oticanja  
za različite površine

$$C = 1 - \sum_{i=1}^3 C'$$

TIP PODRUČJA	C'
<b>TOPOGRAFIJA</b>	
Ravno zemljište (pros. pad 0,02–0,06%)	0,30
Brežuljkasto (pros. pad 0,3–0,4%)	0,20
Brdoviti teren (pros. pad 3,0–5,0%)	0,10
<b>ZEMLJIŠTE</b>	
Zbijena, vrlo nepropusna glina	0,10
Srednje (kombinacija gline i ilovače)	0,20
Pjeskovita ilovača	0,40
<b>BILJNI POKRIVAČ</b>	
Slab ili golet	0,10
Obradivo zemljište	0,15
Šuma	0,20



# Racionalna metoda

---

- n Površinsko oticanje atmosferskih voda  $Q$  najčešće se određuje racionalnom metodom :

$$Q = C * i * A$$

(za slivove manje od 15 km<sup>2</sup> kod kojih je slivna površina više nepropusna nego propusna, što je slučaj u urbanizovanim sredinama)

gdje su:

$Q$  – vršni protok (l/s)

$C$  - koeficijent oticanja

$i$  - intenzitet padavina (l/s/ha)

$A$  – slivna površina (ha)

- n Potrebno je raspolagati:
- ITP-krivama (intenzitet, trajanje, povratni period)
  - slivnim površinama  $A$
  - karakteristikama sliva za određivanje koeficijenata oticanja  $C$

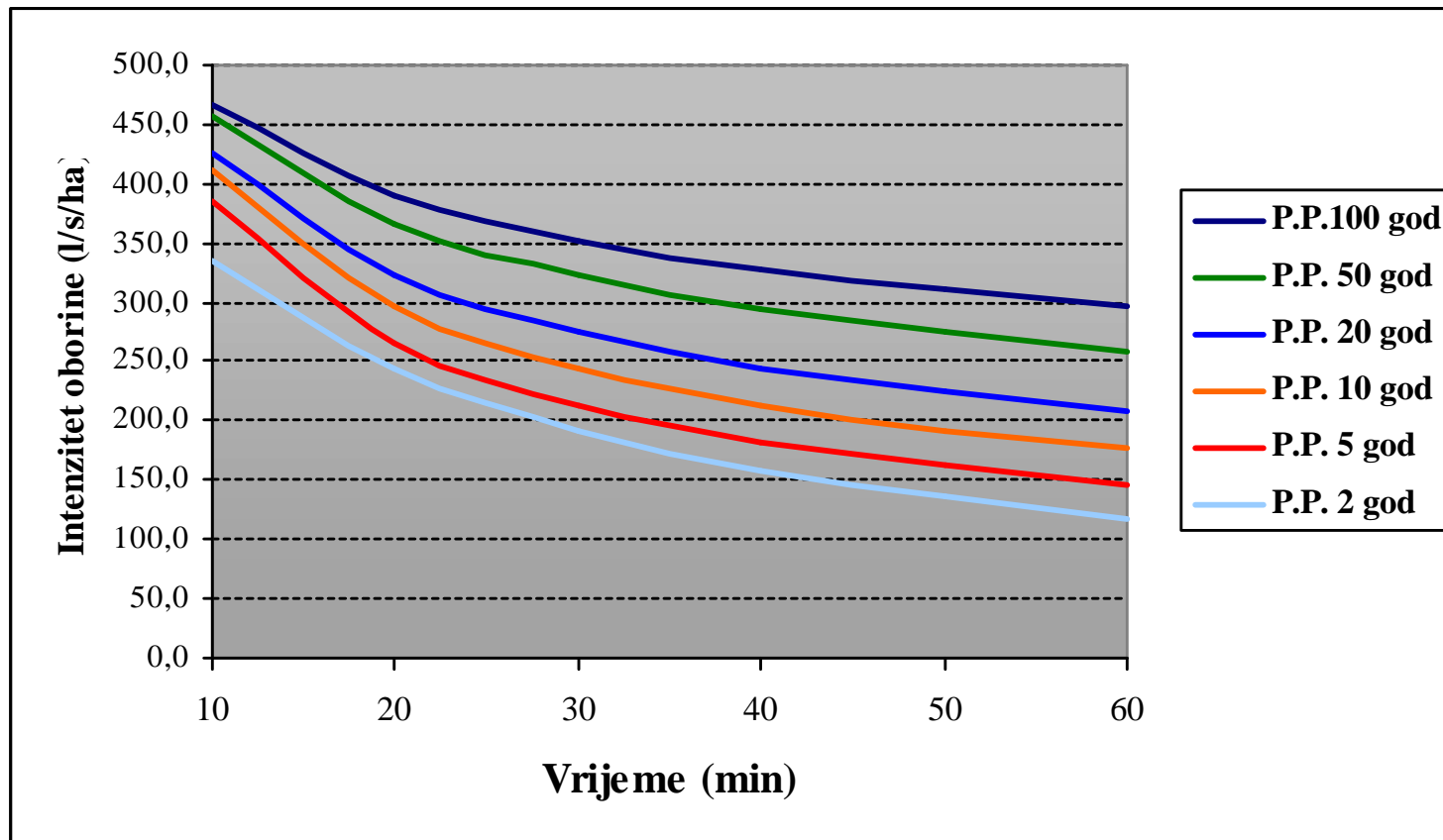


n Pretpostavke:

- maksimalno oticanje na računskom profilu javit će se kada cjelokupno slivno područje sudjeluje u formiranju oticanja (vrijeme koncentracije ili vrijeme maksimalnog oticanja  $t_c$ )
- povratni period računanog vršnog oticanja mora biti isti kao za projektirani pljusak te intenzitet kiše mora biti jednolik u cijelom periodu i cijelom analiziranom području

n INTENZITET KIŠE  $i$

- je veličina padavina u vremenu (l/s/ha)
- u racionalnoj formuli intenzitet je srednji intenzitet kiše određene vjerovatnoće  $P$  (vrijeme ponavljanja kiše) u vremenskom razdoblju jednakom vremenu koncentracije  $t_c$



ITP-kriva (intenzitet, trajanje, povratni period)

n VRIJEME KONCENTRACIJE  $t_c$  ( $t_c = t_1 + t_2$ )

- je vrijeme potrebno da kap efektivne kiše doteći od najudaljenije tačke sliva do računskog profila, a sastoji se od površinske koncentracije (vrijeme do ulaska u kanalizaciju)  $t_1$  i vremena tečenja kroz atmosfersku kanalizaciju  $t_2$

n RAČUNSKO POVRATNI PERIOD  $P$

- povratni period je:  $P = 100/p$

gdje je  $p$  vjerovatnoća pojave (%)

- povratni period za kanalizacijsku mrežu iznosi:

n za sekundarnu mrežu = 1 godina

n za glavnu mrežu = 2 godine

n za glavne kanale = 5 godina

n za izuzetno važne dijelove grada (muzeji, spomenici, skupa tehnologija, arhivi...) = 5-50 godina

## n KOEFICIJENT OTICANJA $C$

- je odnos maksimalne količine otekle vode i prosječne veličine pale vode u vremenskom intervalu  $t_c$  za dati sliv

- nije konstantan ni u razdoblju kiše ni u svim godišnjim dobima

- zavisi o klimatskim uslovima područja, karakteristikama sliva, infiltraciji, gubicima u raslinju i u depresijama, evapotranspiraciji...

- raste porastom trajanja kiše

n Uz koeficijent oticanja za velike slivove treba uzeti u obzir još koeficijent umanjenja i koeficijent zakašnjenja.

KARAKTERISTIKE PODRUČJA	C
Područja ureda, trgovina i sl.:	
• stari dio grada	0,7-0,95
• predgrađe	0,5-0,7
Područja stanovanja:	
• rijetka izgradnja obiteljskih kuća	0,3-0,5
• gusta izgradnja obiteljskih kuća	0,4-0,6
• gusta stambena izgradnja	0,6-0,8
Industrijska područja:	
• područja rjeđe izgradnje	0,3-0,7
• područja guste izgradnje	0,6-0,9
Parkovi, groblja i slično	0,10-0,25
Igrališta i slično	0,20-0,35
Željeznički kolodvori	0,20-0,40
Neizgrađene površine	0,10-0,30

Koeficijent oticanja prema  
opisu područja odvodnje  
(prema izgrađenosti)

KARAKTERISTIKE POVRŠINE	C
Ulice:	
• asfalt	0,70-0,95
• beton	0,80-0,95
• cigla	0,70-0,85
• tucanik	0,25-0,45
Šetnice, pločnici i slično:	
• betonske ili asfaltne	0,75-0,85
• pločnik sa spojnicama	0,70-0,80
• mozaik od kamenih ploča i sl.	0,40-0,55
Krovovi	0,75-0,95
Tratine, prirodne površine	
Pjeskoviti teren:	
• ravan, 2%	0,05-0,10
• srednji nagib, 2-7%	0,10-0,15
• strm, 7% i više	0,15-0,20
Tratine, prirodne površine	
Teško, manje propusno tlo:	
• ravno, 2%	0,13-0,17
• srednje, 2-7%	0,18-0,22
• strmo, 7% i više	0,25-0,35

Koeficijent oticanja prema  
vrsti površine



# Određivanje količine tuđih voda

---

- n Tuđe vode su one količine vode koje dopijevaju u kanalizacijsku mrežu, a nisu uzete u obzir u količinama otpadne vode.
- n To su podzemne vode koje dolaze u kanalizacijsku mrežu kroz spojeve i pukotine, oborinske vode koje dopijevaju u kanalizaciju kroz poklopce i druge otvore te ilegalne priključke oborinskih voda.
- n Tuđe vode se ne uzimaju u obzir u proračunu atmosferske i mješovite kanalizacije nego jedino u proračunu sanitarne kanalizacije.

n Na osnovi mnoštva iskustvenih podataka nastalo je niz preporuka (stranih) od kojih su najčešće korištene sljedeće:

- gornja granična vrijednost dotoka tuđih voda jednaka je protoku sanitarnih otpadnih voda analiziranog kanala,

- dotok tuđih voda iznosi 10 do 20 (l/dan po stanovniku)

- dotok tuđih voda iznosi 3 do 5 % maksimalnog satnog protoka sanitarnih otpadnih voda ili 10 do 15 % srednjeg dnevnog protoka svih otpadnih voda

- maksimalni dotok procjednih voda iznosi 45 l/dan na 1 km duljine i 1 mm promjera kanala

- dotok tuđih voda s kanalizirane slivne površine iznosi 0,2 do 30 m<sup>3</sup>/dan po ha