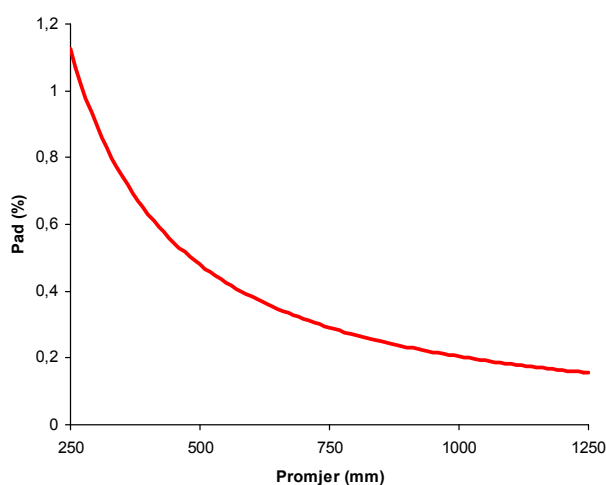


## KIŠNI SPREMNICI S RASTEREĆENJEM (KSR)

Kišni spremnici koriste se u mješovitim sustavima odvodnje. Retenciranjem velikih oborinskih dotoka može se utjecati na smanjenje hidrauličkog opterećenja kanalske mreže nizvodno od spremnika, a mogu se također smanjiti dotoci otpadne tvari na uređaj i kišna rasterećenja koja se upuštaju direktno u prijemnik.

Odluka o izgradnji kišnog spremnika s rasterećenjem (KSR) temelji se na kriterijima upravljanja sustavom odvodnje i ekonomskim kriterijima. Najveći učinak se dobije ako se spremnik postavi iza dionica, odnosno podslivova s izraženim taloženjem.

Na Sl.1 prikazane su vrijednosti padova i promjera kanala kod kojih dolazi do taloženja sedimenta. Ako nagib cijevi u pripadnom slivu leži ispod krivulje na slici, tada treba računati s taloženjem.

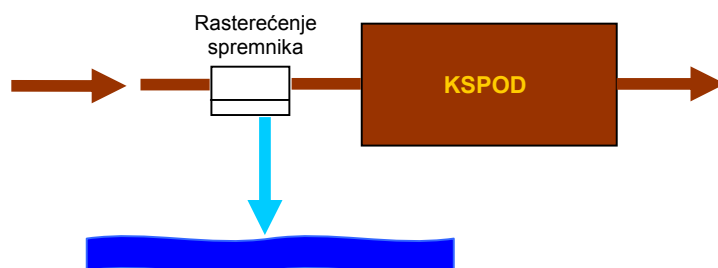


Sl.1 Krivulja graničnih padova kanala ispod koje dolazi do taloženja

## Kišni spremnici za zadržavanje prvog oborinskog dotoka (KSPOD)

Kišni spremnici za zadržavanje prvog oborinskog dotoka ugrađuju se na mjestima gdje se očekuje značajno ispiranje kanalske mreže kod navale prvog oborinskog dotoka.

U pravilu se to događa na malim slivovima s kratkim vremenima dotjecanja. Rasteretna voda ne prolazi kroz spremnik, već na rasterećenju, prije.



Sl.2 Linijski kišni spremnik za zadržavanje prvog oborinskog dotoka

Akumulirani volumen vode mora se odvesti na sekundarno čišćenje (obično biološki stupanj). Kišni spremnici za zadržavanje prvog oborinskog dotoka planiraju se za ispuštanje voda sa slivnih površina, kada je vrijeme dotjecanja proračunske oborine do spremnika od 15-20 minuta. Ako se uzvodno od spremnika ugrade kišna rasterećenja, tada se uračunava ukupno vrijeme tečenja od početka sliva, a ne nizvodno od kišnog rasterećenja.

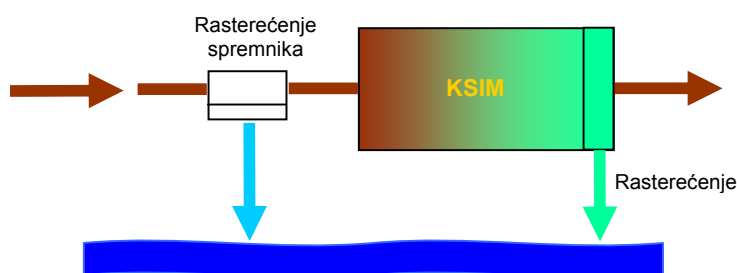
### **Kišni spremnici s rasterećenjem za istaloženu mješovitu otpadnu vodu (KSIM)**

S povećanjem slivnog područja koncentracije zagađenja su ujednačenije bez naglašenih naleta oborinskih voda. U takvim slučajevima primjenjuju se KSIM kojima se osim regulacije protoka postiže mehaničko čišćenje mješavine oborinske i otpadne vode.

Suprotno od KSPOD, KSIM imaju rasterećenje koje se aktivira kad se spremnik napuni, a mehanički pročišćena voda se prelijeva u prijemnik. U pravilu rasterećenje je postavljeno uzvodno, serijski, da smanji najveći protok kroz spremnik. Sve dok se ne napuni KSIM se ponaša kao akumulacijski spremnik, a nakon toga kao taložnik s rasterećenjem za kritični dotok  $Q_{krit}$ . Na kraju oborine, spremnik se prazni u biološki uređaj za čišćenje otpadnih voda.

KSIM su građevine koje se koriste u slučaju:

- kada je vrijeme tečenja u kanalskoj mreži do spremnika za proračunsku oborinu veće od 15 do 20 minuta, ili kad se ne očekuje prekomjerna navala oborinskih voda,
- kada su spremnici u uzvodnoj seriji drugih građevina s rasterećenjem (mreže s KSR ili kišnim rasterećenjima KR)
- ako je izuzetno, dotok u spremnik veći od kapaciteta prigušenog ispusta u kanalizaciju (takvi slučajevi mogu biti lokalno izazvani povećanjem infiltracijskih voda ili topljenjem snijega).



*Sl. 3 Linijski kišni spremnik s rasterećenjem za istaloženu mješovitu otpadnu vodu*

### **Kombinirani kišni spremnici (KKS)**

KKS se koriste u slučajevima pojave vala ispirne vode (iz obližnjih dijelova sliva) i kod uravnoteženog zagađenja. Oni predstavljaju kombinaciju spremnika za zadržavanje

prvog kišnog dotoka i kišnih spremnika s rasterećenjem za istaloženu mješovitu otpadnu vodu i obuhvaćaju retencijski dio i dio za čišćenje - taloženje.

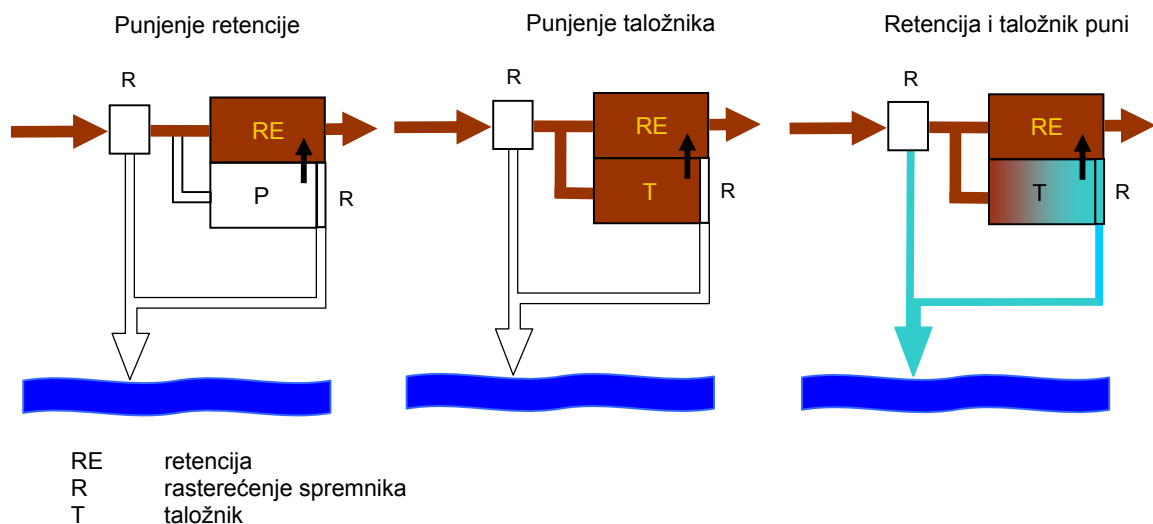
Dotok otpadne vode mješovitog sustava prvo se skladišti u retencijskom dijelu koji se dimenzionira kao KSPOD. Kad se isti ispuni, mješoviti dotok protiče kroz dio koji se dimenzionira kao KSIM.

Prednosti KKS su:

- retencija i čišćenje u jednom spremniku,
- mogući odabir omjera volumena za retenciju i čišćenje,
- podjelom u nekoliko komora smanjuje se frekvencija uspora čime se olakšava održavanje susjednih protočnih dijelova.

Nedostaci KKS su:

- manja učinkovitost čišćenja u usporedbi s običnim kišnim spremnikom s rasterećenjem za istaloženu vodu mješovite kanalizacije (KSIM).



Sl.4 Linijski kombinirani kišni spremnik

### Akumulacijski kolektori s rasterećenjem (AKR)

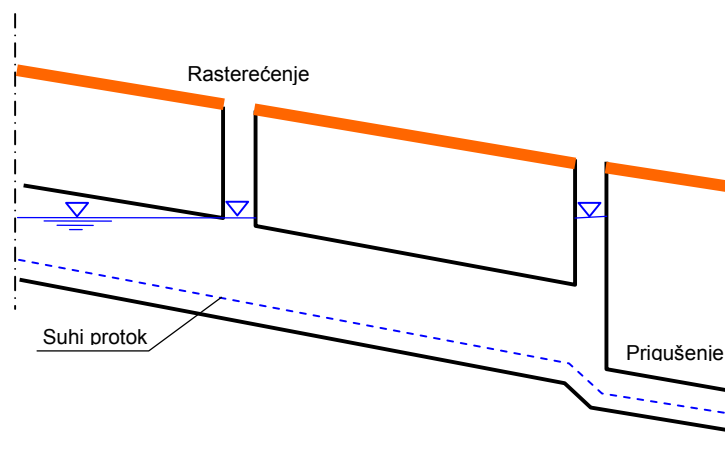
Učinkovitost ovih građevina razlikuje se ovisno o položaju rasterećenja. AKR s rasterećenjem na uzvodnom kraju radi kao kišni spremnik za prvi oborinski dotok (KSPOD), dok je tip s rasterećenjem na nizvodnom kraju radi kao kišni spremnik s rasterećenjem za istaloženu vodu mješovite kanalizacije (KSIM).

Prednost ovih građevina je u tome:

- što nisu potrebne dodatne građevine osim kolektora,
- pražnjenje se obavlja prirodno, gravitacijom.

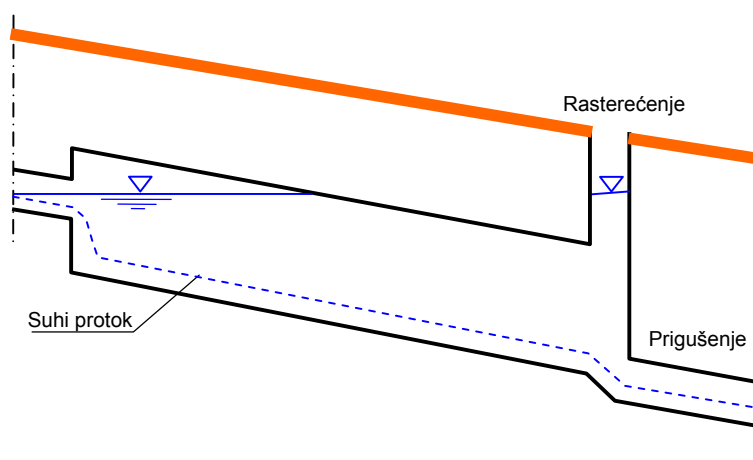
Nedostaci su u:

- neminovnom stvaranju taloga u kolektoru,
- činjenici da su volumeni AKR s rasterećenjem na nizvodnom kraju veći od odgovarajućih KSIM i što kroz rasterećenje dio taloga bude isprano u prijemnik.



*Sl.5 Akumulacijski kolektor s rasterećenjem na uzvodnom kraju*

Rasterećenja na nizvodnom kraju kolektora ne aktiviraju se tako često kao ona na uzvodnom, a kod velikih dotoka postoji opasnost da će onečišćenje u retencijskom volumenu kolektora biti zamijenjeno s manje onečišćenom mješovitom dotokom. Zbog toga retencijski volumeni moraju biti veći nego za AKR s rasterećenjem na uzvodnom kraju.



*Sl.6 Akumulacijski kolektor s rasterećenjem na nizvodnom kraju*

### **Glavni i obilazni vod**

Sve nabrojene građevine (KSPOD, KSIM, KKS, AKR) mogu se smjestiti u glavni ili obilazni vod. Kod građevina smještenih u glavni vod (linijski), otjecanje u uređaj za čišćenje otpadnih voda prolazi kroz spremnik, a kod građevina smještenih u obilazni vod, mimo spremnika. Pražnjenje spremnika u obilazni vod može se obaviti prema želji uz pomoć ispusta s regulacijom protoka.

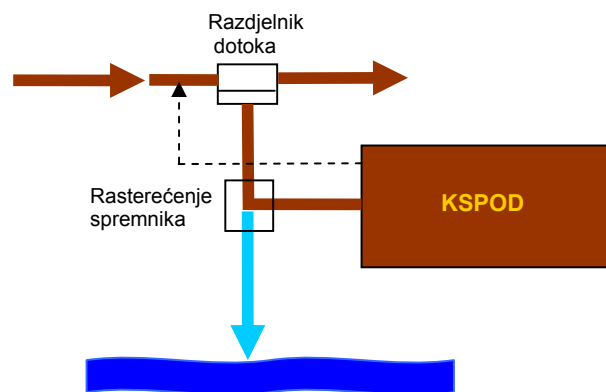
Smještaj kišnog spremnika s rasterećenjem (KSR), ovisi o raspoloživom padu i uvjetima na lokaciji. Bolji je smještaj u obilazni vod, ako je raspoloživa visina između ulaza i izlaza

mala. Tada se kišni spremnik s rasterećenjem prazni uz pomoć crpke. Pored toga kod smještaja u obilazni vod spojni kanali su duži i potrebno je izgraditi dodatnu građevinu za razdvajanje toka.

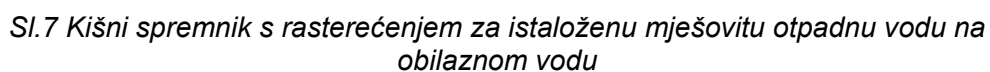
Linijski smještaj je pogodan, ako postoji dovoljna visinska razlika između ulaza i izlaza, a za različiti smještaj pojedinih dijelova građevine ima malo mogućnosti. Prednosti se ogledaju u pogonu i oblikovanju.

Kišne spremnike s rasterećenjem za istaloženu vodu mješovite kanalizacije (KSIM), treba prema mogućnosti smjestiti na obilazni vod, jer se na taj način mješoviti dotok akumulira i rasterećuje u nešto manjim koncentracijama onečišćenja. To se događa zato, jer se na samom početku i kraju oborine suhi dotok miješa s relativno malim kišnim dotocima. Kroz manje razrjeđenje, mješoviti dotok je jače onečišćen. Kod smještaja u obilazni vod, dotok prolazi mimo spremnika, a veličina mu je određena otvorom prigušnice. Na taj način količina rasterećenog onečišćenja je nešto manje nego u konfiguraciji sa linijskim smještajem.

Ako se u budućnosti planira kontrolirano ispuštanje spremnika, tako da ispuštanje ne počne odmah po svršetku kiše, tada treba primijeniti verziju s obilaznim vodom. U suprotnom se mješovita otpadna voda u spremniku stalno miješa s novom otpadnom vodom suhog dotoka, čime su rasteretne vode poslije nove oborine, jače opterećene otpadnom tvari.



*Sl.6 Kišni spremnik za zadržavanje prvog oborinskog dotoka na obilaznom toku*



## Smještaj većeg broja kišnih spremnika s rasterećenjem

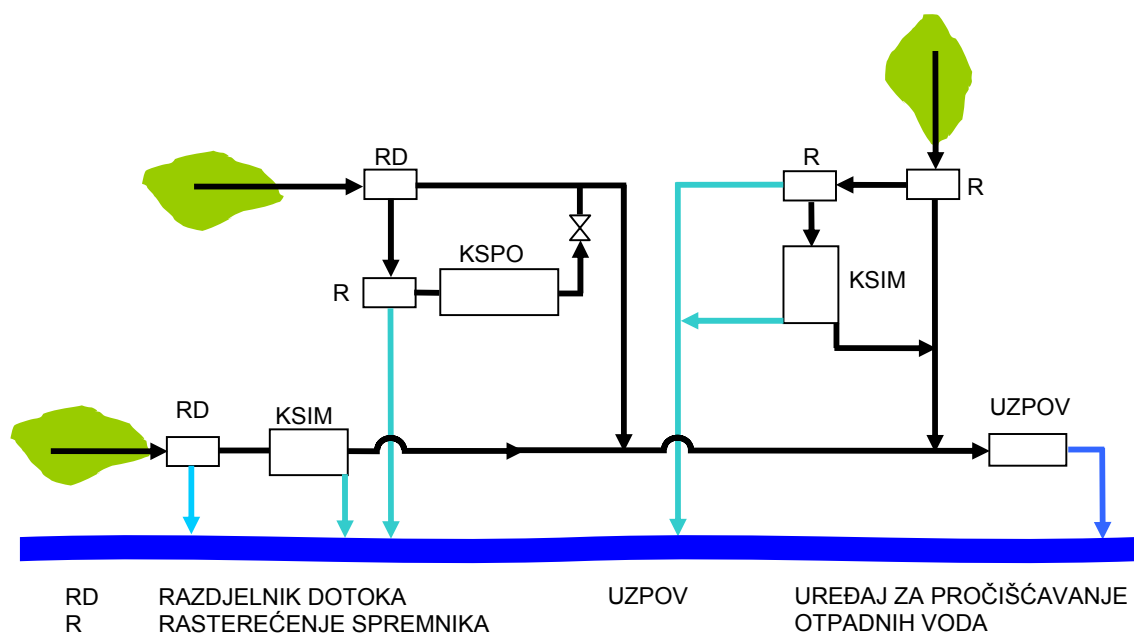
Kad su podslivovi sustava odvodnje prostorno razdvojeni, kao kod izdvojenih dijelova naselja, ili susjednih naselja, obuhvaćeni podslivovi moraju imati svoje vlastite kišne spremnike s rasterećenjem. Kod pronalaženja lokacije za smještaj spremnika potrebno je ispitati je li moguća ekonomski i tehnički pogodna regulacija ispuštanja. Potrebno je paziti da se ne prekorači maksimalno dozvoljeni dotok na UZPOV.

Dijeljenjem velikih slivova na nekoliko podslivova pojedinačni kišni spremnici s rasterećenjem mogu se spojiti serijski ili paralelno.

### Paralelno spojeni kišni spremnici s rasterećenjem

U ovoj konfiguraciji spremnici su smješteni na krajevima podslivova i spojeni paralelno na glavni kanalski sustav. Moguće je primijeniti KSPOD, KSIM i KKS u linijskoj i obilaznoj verziji.

Paralelno spojeni spremnici, kao što je prikazano na Sl.9, predstavljaju bolje rješenje, ako je moguća kontrola istjecanja i time točno doziranje količine mješovitih otpadnih voda koje otječu na UZPOV.



Sl.9 Funkcionalni prikaz paralelno spojenih kišnih spremnika s rasterećenjem

Modifikacije s ugradnjom vrtložnih separatora praktične su samo za paralelno spajanje, jer jednom separirane suspendirane ili plivajuće krutine mogu do UZPOV doći odmah, a ne završiti na rasteretnim građevinama.

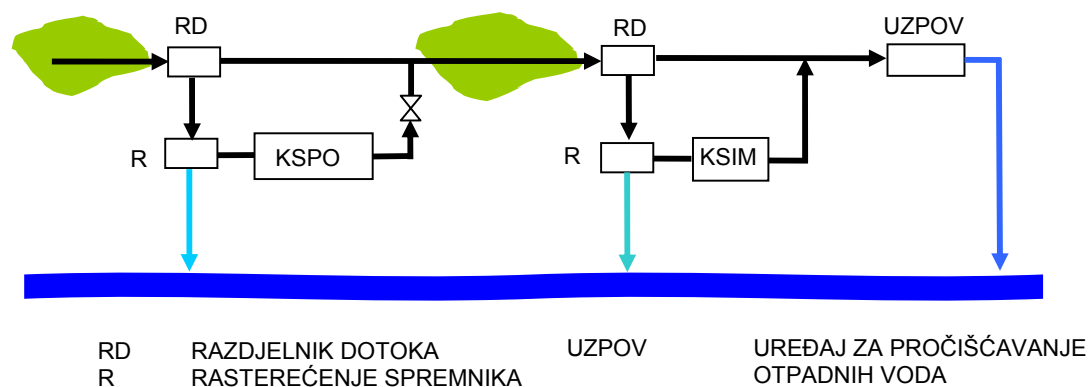
Najvažnije prednosti su:

- akumulirana mješovita otpadna voda dolazi na UZPOV u cijelosti,
- nema međusobnog djelovanja spremnika na spremnik,

- Najvažniji nedostaci su:

- ## Serijski spojeni kišni spremniki s rasterečenjem

Veličina prigušnica na razdjelnicima dotoka, kojima se ispušta otpadna voda iz serijski postavljenih KSR, raste u smjeru tečenja, tako da akumulirani sadržaj uzvodnog spremnika može napajati UZPOV bez da se rasterećuje na slijedećem spremniku. Serijski spojeni KSR s kontroliranim rasterećenjem pretpostavljaju učinkoviti rad kanalskog sustava i brižljivo održavanje građevina.



U svakom pojedinačnom slučaju mora se ispitati instalacija mjernih i kontrolnih naprava u odnosu na korištenje, troškove dobave i održavanje. U pojednostavljenom postupku projektiranja, bez naprava za kontrolu protoka, specifični volumeni nizvodno smještenih spremnika su obično veći zbog dužeg vremena doticanja. Kod projektiranja treba uzeti u obzir eventualne naknadne modifikacije za ugradnju opreme za kontrolu proticanja.

Retencijski oborinski spremnici instaliraju se na kanalskoj mreži, ako ista ne može sprovesti maksimalne dotoke, a ne postoji mogućnost ugradnje kišnih rasterećenja. Ako je istjecanje oborinskih voda iz spremnika iznad 5 l/(s·ha), tada isto nema značajan utjecaj na nizvodna kišna rasterećenja. U tom slučaju čitavo slivno područje uključujući površine iznad KSR, postaje relevantno za dimenzioniranje rasteretne građevine. Ako je istjecanje oborinskih voda iz spremnika manje od 5 l/(s·ha) i veće od dijela oborinskog dotoka sa UZPOV, tada taj tip spremnika ima definitivno nepovoljan učinak na nizvodna rasterećenja zbog dugog perioda pražnjenja.



## **Hidrauličko dimenzioniranje**

Dimenzioniranje KSR je vrlo zahtjevno. Za manualni proračun postoje standardizirani postupci (ATV A-128). S jedne strane potrebno je na kraju sustava odvodnje prije UZPOV osigurati količinu koju uređaj može prihvatiti, a s druge strane količina rasteretnih voda, odnosno onečišćenja, ne smije prekoračiti propisani prijamni kapacitet prijemnika.

U današnje vrijeme kad postoje gotovi, vrlo složeni matematički modeli za dimenzioniranje sustava odvodnje, moguće je za zadane rubne uvjete, odrediti potrebne volumene kišnih spremnika sa rasterećenje.

Za zadani sliv ili slivove moguće je:

- izračunati volumene i dinamiku dotjecanja kućanskih, industrijskih i tuđih voda,
- modelirati dinamiku skupljanja i ispiranja onečišćenja sa slivnih površina,
- za zadanu geometriju kanalske mreže sa KSR i drugim građevinama, uz pomoć mjerenih nizova povijesnih oborina, kontinuirano proračunavati protoke, volumene rasterećene mješovite vode, trenutne koncentracije onečišćenja, te kumulativne mase ispuštenog onečišćenja.

Podešavanjem vrijednosti volumena spremnika, moguće je odrediti odgovarajuće protoke ispred UZPOV i maksimalno dozvoljene koncentracije, odnosno masene protoke onečišćenja na rasterećenjima.