

LOČENI ALI MEŠANI SISTEM KANALIZACIJE?

SEPARATE OR COMBINED SEWER SYSTEM?

Franc Maleiner, univ. dipl. inž. kom.
Sojerjeva 43, 1000 Ljubljana

Strokovni članek
UDK: 628.2

Povzetek | Pravilna izbira sistema zbiranja ter odvajanja odpadnih voda je ključnega pomena za tehnično pravilno, ekonomsko in ekološko optimalno delovanje celotnega sistema zbiranja, odvajanja ter čiščenja odpadnih voda. Na podlagi podatkov Nemškega zveznega statističnega urada je razviden razvoj zbiranja, odvoda ter čiščenja odpadnih voda v Nemčiji v preteklih štirih desetletjih.

Summary | The right choice of the system of wastewater collection and disposal is of vital importance for the functional capability, economical and ecological efficiency of the whole process of waste water treatment. Based on data from the Federal statistic office of Germany (Statistisches Bundesamt) the development of waste water treatment in Germany is shown over the past four decades.

1 • UVOD

Izreka pravita:

- »Dober inženir se uči na svojih napakah, bister inženir pa na tujih napakah.«
- »Ne ponavljaj že storjenih napak, saj imaš tisoče možnosti napraviti izvirno napako!«

Torej je še kako pametno preverjati tuje strokovne prijeme ter rešitve, se iz njih učiti, jih uporabiti, jih skušati reševati še nekoliko bolje, predvsem pa se izogibati ponavljanju že storjenih (dragih) napak. Kar se tiče strokovnega znanja in izkušenj na področju zbiranja, odvajanja ter čiščenja odpadnih voda, se da nedvomno največ naučiti pri nemških strokovnjakih, ki so nesporno vodilni na področju ekologije tudi v svetovnem merilu. Nemške (DIN) norme ter (DWA) strokovne smernice so namreč osnova evropskim normam ter predpisom na tem strokovnem področju. Ob mojem prihodu v Nemčijo sem leta 1968 nastopil službo ravno v deželi Baden-Württemberg, kjer so tedaj med drugimi prof. Brunner, prof. Krauth, prof. Brombach (predvsem pod vplivi sosednih švicarskih strokovnjakov v sklopu Internacionalne komisije za zaščito kvalitete voda Bodenskega jezera) pričeli najaktivneje raziskovati, meriti in ugotavljati doga-

janja v kanalizacijskih omrežjih. Strokovni ter osebni kontakti so mi tako omogočili tekoče strokovno informiranje in učenje, opazovanje vodilnega razvoja »iz neposredne bližine« in deloma tudi strokovno in praktično sodelovanje pri nastajanju in uporabi novih konceptov zbiranja ter odvajanja odpadnih voda.

Prelomnica in osnova novih načinov dimenzioniranja mešanih sistemov kanalizacij v Nemčiji so vsekakor rezultati meritev na kanalizacijskem omrežju v Stuttgart-Büsnau in na tej podlagi leta 1971 izdelana disertacija prof. Krautha – »Odtok in onesnaženje odtoka v mešanem sistemu kanalizacije«. Meritve pod vodstvom prof. Krautha so namreč pokazale neenakomerno ter zelo sunkovito nastopanje onesnaženih konic v mešanih kanalizacijskih omrežjih, kar je (že tedaj) ovrglo do tedaj (pri nas ponekod še dandanes zasidrano) strokovno prepričanje o enakomernih koncentracijah razredčenih mešanih pretokov.

Čeprav je (leta 1948 ustanovljeno) nemško strokovno združenje Abwassertechnische Vereinigung (ATV e.V.) že leta 1962 izdalo predhodne smernice za dimenzioniranje ter oblikovanje prelivov v mešanem sistemu, je

dežela Baden-Württemberg šele leta 1972 (kot prva na svetu) sprejela tudi prvi tehnični odlok o obdelavi padavinskih voda (technische Richtlinien zur Regenwasserbehandlung).

Nekaj let kasneje (1981) je prof. Brombach na razvejanem omrežju Bad Mergentheima (kjer sem kot vodilni ter odgovorni projektant načrtoval in vodil izdelavo ustrezne projektne dokumentacije, kakor tudi nadzoroval izgradnjo sanacij ter novogradenj kanalizacijskih omrežij) eksperimentalno dokazal pravilnost njegovih teoretičnih izvajanj in razlag transportnih dogajanj v kanalizacijskih omrežjih kakor tudi nastajanja tako imenovanih »čistilnih valov« (Spülstoß).

Pridobljeno nemško strokovno znanje ter razvoj skušam (navkljub rastočemu odporu priznane uradne slovenske stroke ter visokošolstva) že od leta 1973 (več ali manj zamen) prenašati tudi na naša (tedaj še jugoslovanska) tla. V začetku sem naltel na dokaj odprta ušesa svojih strokovnih kolegov in na sodelovanje pri tedaj (tudi v jugoslovanskem merilu) vodilnemu slovenskemu projektivnemu biroju, kjer pa so se morali s časom vse bolj uklanjati ustreznim slovenskim univerzitetno-politično-strokovnim pritiskom. Hudo zamero in meni nikoli več odpušeni osnovni greh, je namreč povzročil moj namen ustanovitve politično ter strokov-

no neodvisnega slovenskega združenja za zaščito voda (po vzorcu nemške ATV e.V.). Neposredno po ustanovitvi se je namreč to društvo hitro politično »pravilno utirilo« in sta se iz društva takoj odstranila »škodljiva« soustanovitelja (Bolz, Maleiner), ki sta zagovarjala strokovno neodvisnost. Iz strahu pred »krivoverstvom« (vse večjim tujim strokovnim znanjem in izkušnjami) so se sabotali in končno uspešno prekinili tudi moji (in mednarodni) strokovni seminarji (prvič izven Nemčije, celo pod okriljem ATV e.V.), čeprav so na njih o aktualnih strokovnih temah širom

Slovenije predavali moji domači in tuji kolegi, univerzitetni profesorji, visoki nemški uradniki, vladni in komunalni politiki, priznani vrhunski strokovnjaki iz evropske prakse kakor tudi znani dobavitelji ter izvajalci naprav.

Moj namen zmanjšanja (takratnega le nekajletnega) strokovnega zaostanka za nemško govorečimi deželami se je tako na žalost izjalovil, saj dandanes na področju projektive ne dosegamo več niti jugoslovanskega strokovnega stanja prefektilih osemdesetih let. Nekdaj (širom Jugoslavije sloveči slovenski strokovni projektantski biroji) so se morali namreč po

osamosvojitvi Slovenije preleviti izključno v trgovne inženiringe, saj so (zaradi politično in s pomočjo slepe, gluhe in molčeče IZS okrnjenih nezadostnih honorarjev, predvsem pa z uvedbo razpisov umskih storitev) dandanes prisiljeni (za namen preživetja potrebno dodatno provizijo) zastopati, ponujati ter dobavljati investitorjem le določeno (praviloma najcenejšo, nekvalitetno) robo. Za posledično nepravilno ter slabo delovanje naprav pa od »naših« odgovornih v dobi demokratične anarhije zadnjih dveh desetletij še nihče ni odgovarjal.

2 • HIDRAVLICNA DOGAJANJA V KANALIZACIJSKIH OMREŽJIH

Koncem šestdesetih let so se zaradi zaščite zelo onesnaženih vodotokov ter pitne vode širom tedaj Zahodne Nemčije pričele pospešeno graditi mehansko-biološke čistilne naprave. Obratovanje teh čistilnih naprav je zelo hitro pokazalo veliko medsebojno odvisnost pravilnega delovanja kanalizacijskih omrežij in čistilnih naprav.

Predvsem zaradi visokih količin tujih voda (zaradi pomanjkljivega ter neustreznega zbiranja ter dovoda odpadnih voda) in napačnega razbremenjevanja (zaradi nizkih prelivnih robov ter pomanjkanja dušilk) so bile tedaj čistilne naprave pogosto biološko »nedohranjene«, saj se je (podobno kakor se to še vedno dogaja na primer v Ljubljani) v vodotoke razbremenjeval pretežni delež letnega onesnaženja, medtem ko so na čistilne naprave dotekali le hudo razredčeni dotoki.

Zaradi pomanjkljivega hidravličnega omejevanja (dušenja) pretokov so čistilne naprave (med padavinskimi obdobji) tudi v hidravličnem oziru hudo preobremenjene, zato se neredko dogaja, da te hidravlične konice občasno (deloma ali celo v celoti) izplaknejo lebdeče biološke kosme v bioloških stopnjah čistilnih naprav v vodotoke. Med časovnimi obdobji temu pogojenih ponovnih in dolgotrajnih vzrej tako izplaknjene biomase pa seveda vedno občutno pade čistilna sposobnost čistilnih naprav.

V praksi sta se torej odkrila glavna krivca za nezadostno delovanje čistilnih naprav, in sicer:

- prevelika količina tujih voda ter
- napačen način razbremenjevanja.

Za boljše izpiranje kanalizacijskega omrežja so se svojčas na začetnih ali na manj položnih kanalskih odsekih sušnih kanalov

pogosto nekontrolirano priključevali številni strešni odtoki. Iz istega razloga so se na meteorne ter mešane kanale priključevali tudi izviri, drenaže, odtoki zunanjih ter zelenih površin, prelivni vodohranovi ali celo potočki. Analize obratovalnih stroškov čistilnih naprav so zato kaj hitro pokazale stroškovno ter ekološko škodljivost takih nedopustnih priključkov. Temu so zato sledile obsežne sanacije (obstoječih priključkov izvirov, drenaž ter potokov), vendar ostajajo še dandanes prevelike količine tujih voda večinoma drag in le težko rešljiv problem.

Začetni način reševanja z namestitvami številnih razbremenilnikov s prostogladinskim prelivanjem preko nizkih prelivnih robov v omrežjih ter končnim razbremenjevanjem dotokov na čistilni napravi med mehansko ter biološko stopnjo zgolj na biološko čiščenje enkratnega sušnega pretoka se je nemudoma zavrgel, saj ta način ni prinesel zadostnih kvalitativnih izboljšav stanja vodotokov.

Temu so sledili koraki v smeri omejitve števila razbremenilnih mest, nameščanja višjih prelivnih robov in zmožnejših dušilk ter s tem znižanja pogostosti prelivanja na razbremenilnikih. Zvišal pa se je tudi pretok k čistilni napravi, in sicer najprej na dvakratni, nato na petkratni ter ponekod celo na višje mnogokratnike sušnega pretoka. Strogo se je prepovedalo tudi vsako razbremenjevanje med mehansko ter biološko stopnjo čistilnih naprav.

Moderna tehnologija razbremenjevanja kritičnega mešanega odtoka (kritischer Mischwasserabfluß) v skladu z ATV – A 128 (1992) zahteva poleg pravilno dimenzioniranih in konstruiranih razbremenilnih naprav tudi precejšnje zvečanje zadrževalne prostornine omrežja ter dušenje odtokov z ustrezno

zmogljivimi dušilkami (delilna ostrina $\leq 1,2$). Zadnjo spremembo pa vsekakor prinašajo najnovejša smernice ATV – DVWK – A 198 (2003).

Osebnostno sem mnenja, da so tako smernice ATV – A 128 kakor tudi ATV – DVWK – A 198 postale težko uporabne, saj so strokovno in časovno prezahtevne ter zahtevajo prekomerno izkušnost in zavzetost. S tem strokovno preobremenijo ter prestrašijo večino projektantov, ki zato raje uporabljajo precej enostavnejše in strokovno nezahtevno načrtovanje ločenega sistema (z vsemi eventualnimi posledicami).

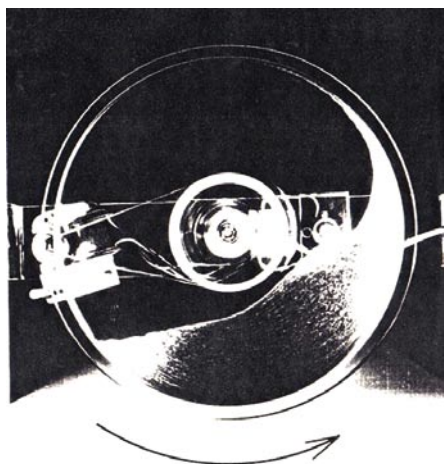
Prvotno strokovno prepričanje, da se na razbremenilnih napravah z večjo količino pretoka zadrži v omrežju tudi linearno-adekvatna količina onesnaženja, so torej končno razblinili rezultati meritev prof. Krautha, ki je na omrežju v Stuttgart-Büsnau potrdil strokovno dolgo neopaženo ugotovitev angleških strokovnjakov izpred druge svetovne vojne. Že ti so namreč ugotovili izredno sunkovite obtežbe onesnaženja na začetkih razbremenilnih prelivov, saj so njihove izmerjene koncentracije teh začetnih prelivov presegle koncentracije sušnih odtokov celo za več kakor 50-kratni faktor!

Razlago za tako huda nihanja obtežb onesnaženja je podal šele prof. Brombach, ki je analiziral in ponazoril hidravlična dogajanja v kanalizacijskih omrežjih. Opozoril je namreč na do tedaj zanemarjeno dejstvo odlaganja usedlin v položnih kanalih (zaradi pomanjkanja vlečne sile med sušnimi obdobji) in na posledice njihovega ponovnega hidravličnega aktiviranja na začetkih prvih nalivov po sušnih obdobjih.

S simuliranjem pretoka cevi v aparatu Hele-Show (izumljenem 1854), ki uporablja analogijo med tokom v ozki razpoki in ravnim potencialnim odtokom v ceveh s prosto gladino, je prof. Brombach namreč na sledeči način

uspešno prikazati nastanek in delovanje tako imenovanega čistilnega vala (Spülsstoß) v kanalih.

Aparat Hele-Show sestoji iz dveh po obodu tesnjenih steklenih plošč, na medsebojni razdalji okoli 3 mm. Okoli osi rotirajoči medprostor je delno napolnjen z vodo, ki ji je primešan namaščen aluminijev prah različnih frakcij. Ta prah predstavlja v kanalih izločene usedline.



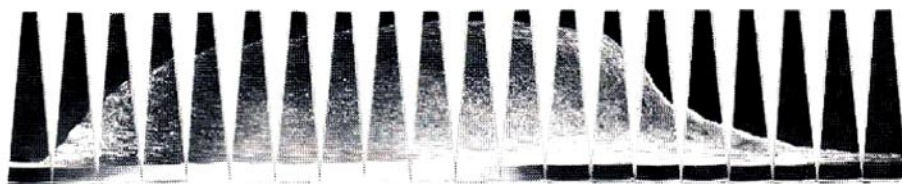
Slika 1 • Aparat Hele-Show

Pri počasnem vrtenju plošč tega aparata se zaradi težnosti in trenja med ploščama ustvari val s prosto gladino. Pri vrtilnih hitrostih plošč, ki odgovarjajo hitrostim odtokov v ravnih kanalih z majhnimi vzdolžnimi padci, sekundarni tok vode dvigne lahke usedline s tal cevi. Te lebdeče snovi se odnašajo v višja območja vala s hitrejšim vzdolžnim gibanjem, ki jih nato odnese in zbira na čelu vala.

Zaradi trenja so pretočne hitrosti ob dnu »cevi« skoraj nične ter naraščajo v smeri proti površini (hrbtu) vala. Ob predpostavki, da se voda tik ob dnu (zaradi trenja) skoraj ne premika, mora voda pod gladino (hrbta) vala drveti proti začetku vala, torej s skoraj dvokratno povprečno hitrostjo težišča vala. Zato potujejo lahki delčki tik pod površino hrbta vala znatno hitreje kakor nekoliko težji delci v težišču vala.

Glede na njihovo težo (vzgon) se torej lažji delci (večinoma organske snovi) znatno hitreje dvignejo na površje vala in »pohitijo« na čelo vala, kakor to storijo težji delčki, ki se počasneje dvigajo ter se zato počasneje odnašajo na čelo vala.

Pretežke sestavine usedlin pa se zgolj kotalijo po dnu cevi. Te težke frakcije onesnaženja (kamenje, pesek itd.) nas pri postopku razbremenjevanja sploh ne zanimajo, saj ne morejo



Slika 2 • Prikaz čistilnega vala

preskočiti zanje previsoke prelivne krone in tako v vsakem primeru ostanejo v omrežju (dokler se končno s pomočjo grabelj, sit ali peskolovov ne odstranijo v mehanski stopnji čistilne naprave).

Najvažnejše je torej zbiranje in koncentriranje lahkih (organskih) delcev na čelu vala (kar so jasno pokazale meritve v Stuttgart-Büsnau) ter njihovo odvajanje v čistilno napravo. Ti čistilni vali pojasnjujejo tudi izmerjene izredno visoke koncentracije začetnih prelivov preko obstoječih prenizkih razbremenilnih prelivnih robov.

Šele pri rotiranju plošč z znatno večjo obodno hitrostjo (pri simulaciji strmih kanalov) se zaradi hudih turbulenc odtoka aluminijev prah enakomerno porazdeli po odtoku in zato formiranje izrazitega čistilnega vala ni več možno. Poleg tega pri tako strmih kanalih (zaradi visoke vlečne sile) med sušnimi obdobji ni možno usedanje snovi, torej bi bilo (zaradi pomanjkanja usedlin) brezuspešno in nesmiselno nameščanje razbremenilnih bazenov za strmimi kanali.

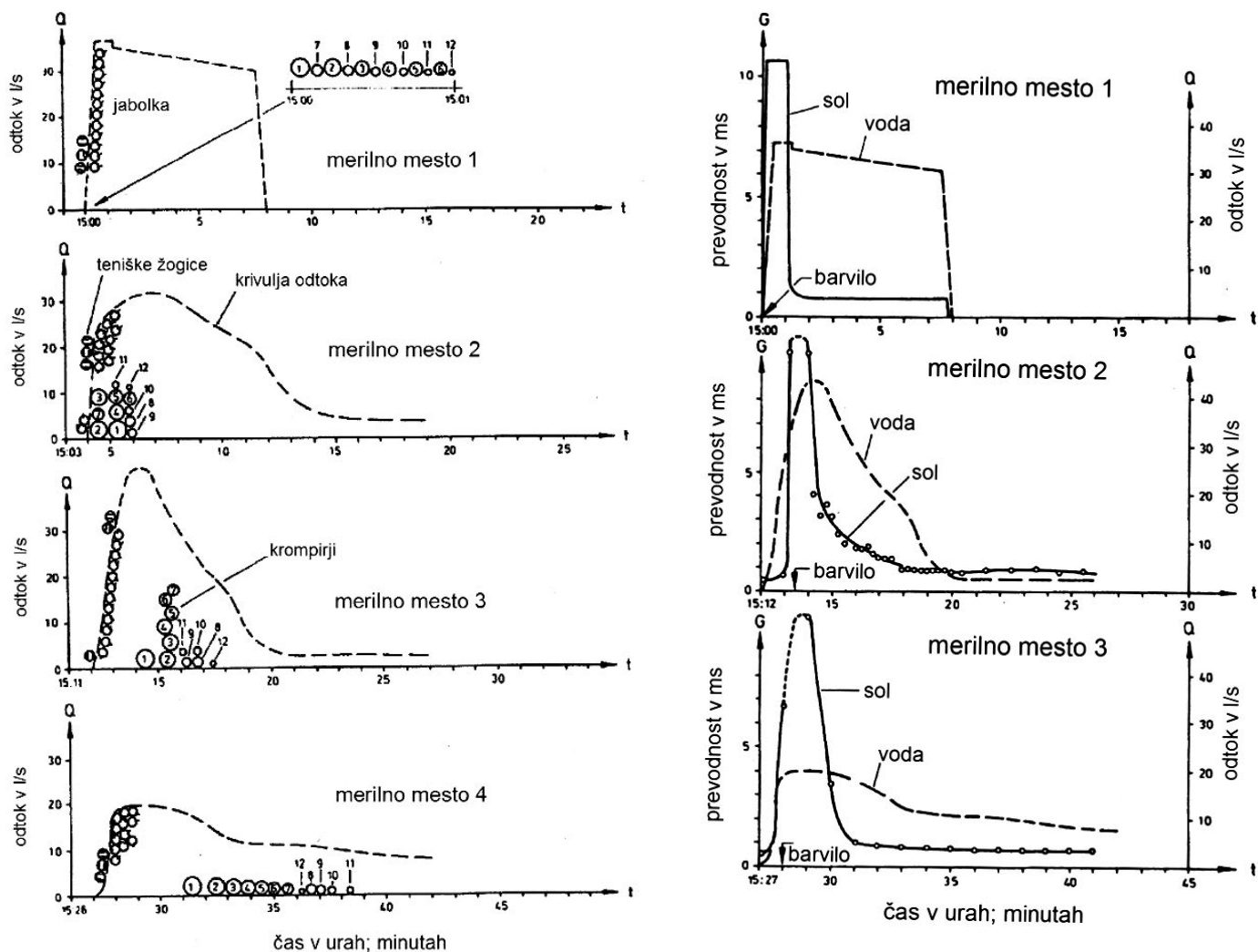
Kakor že omenjeno, je prof. Brombach praktični dokaz te njegove teorije izvedel z dejansko simulacijo odtoka na obstoječem, zelo razvejanem kanalizacijskem omrežju v Bad Mergentheimu. Na nekaj kilometrov dolgem glavnem povezovalnem zbiralniku je uredil 4 zaporedna merilna mesta, na katerih je s sodelavci meril koncentracije (na začetku zbiralnika istočasno) dodanih snovi, ugotavljal zaporedja prispelih (različno oštevilčenih) kosovnih sestavin odtoka, kakor tudi izmeril njihove posamezne mimohodne časovne zamike in časovne dolžine gibanj (slika 3).

Za simulacijo čistilnega vala je uporabil različno velike ter težke dodatke (oštevilčene žogice za namizni tenis, teniške žogice, različno velika jabolka, krompirje itd.) kakor tudi raztopine (sol in barvilo). Vse te sestavine je skupno s 14,5 m³ vode poslal istočasno na pot iz merilnega mesta 1.

Iz merilnih diagramov (te, kakor jo prof. Brombach ironično imenuje, »dirke krompirjev«) je v posameznih zaporednih merilnih točkah jasno razvidno, da kljub sploščitvam odtočnih linij dodanih lahkih snovi sol in barvilo ostaneja skoncentrirana na začetku vala. Tudi lahke trdne snovi so ostale na začetku vala, medtem ko so se težje snovi (v odvisnosti od njihove teže oziroma vzgona) pomikale bistveno počasneje.

Iz diagramov je nadalje razvidno, da bi ti začetni čistilni valovi lahko skoraj v celoti preskočili prenizke prelivne krone in bi se tako v vodotok lahko izplaknili tudi pretežni deli celotnega letnega onesnaženja. Zgornji robovi stranskih prelivov (Streichwehr) se morajo zato namestiti dovolj visoko, da se ti hudo onesnaženi deli valov (pri delnem polnjenju dotočnega kanala) še ne morejo in ne smejo prelivati.

Prof. Brunner je ugotovil, da se z zadrževanjem vseh intenzitet nalivov izpod kritičnega naliva (kritische Regenspende), $r_{krit} = 15 \text{ l/s.ha}$, v mešanem kanalizacijskem omrežju lahko zadrži okoli 90 odstotkov vse letne onesnaženosti. Nadaljnji 100-odstotni dvig kritičnega naliva (na $r_{krit} = 30 \text{ l/s.ha}$) pa bi povzročil dodatni dvig zadrževalne sposobnosti letne onesnaženosti zgolj za nadaljnja 2 do 3 odstotke.



Slika 3 • Diagrami časovnih potekov odтока na merilnih mestih

Ker je takšno stoddotno zvišanje transportnih pretočnih količin skozi kanalizacijsko omrežje (zaradi zgolj 2- do 3-odstotnega zvečanja količine zadržanega onesnaženja) ekonomsko in ekološko le redko upravičljivo, se zatorej širom Nemčije kritični mešani odtoki Q_{krit} (kritische Mischwasserabfluß) razbremenilnikov (RÜ) praviloma dimenzionirajo le na kritični naliv $r_{krit} = 15 \text{ l/s.ha}$.

Tudi Slovenci smo nekritično prevzeli ta kritični naliv $r_{krit} = 15 \text{ l/s.ha}$, čeprav se nahajamo na južni strani Alp z znatno višjimi letnimi količinami padavin.

Kritični mešani odtoki razbremenilnikov (Q_{krit}) se smejo zmanjšati (po ATV – A 128) na dušeni odtok Q_d (Drosselabfluß), ki je večji ali enak dvakratnemu sušnemu odtoku le z dodatno namestitvijo ustrezno dimenzioniranih in konstruiranih razbremenilnih bazenov (RÜB). Torej se je med in po sedemdesetih letih pre-

teklega stoletja (na podlagi navedenih meritev ter spoznanj) v Nemčiji popolnoma spremenil celotni koncept razbremenjevanja, in sicer:

- Višine prelivnih kron razbremenilnikov se morajo torej izračunavati in nameščati na podlagi kritičnega mešanega odтока (Q_{krit}) ter od leta 1992 (po najnovejših smernicah ATV – A 128) na podlagi (na predpisano obtežbo vodotoka (Bezugslastfall)) izračunanih zadrževalnih prostornin omrežja.
- Neposredno vzvodno nameščene prelivne krone razbremenilnih bazenov (BÜ) se morajo dvigniti na višino $\geq 0,6 \text{ DN}$ dotočnega kanala ter tako zagotoviti, da se nastali čistilni vali (ki transportirajo okoli 90 odstotkov celokupne letne onesnaženosti) v celoti zadržijo in shranijo v omrežju. Šele po predhodnem polnjenju bazena (RÜB) se lahko pričnejo preostali (zanemarljivo onesnaženi) dotoki razbremenjevati.

- Ti ujeti, močno onesnaženi čistilni vali (Spülstoß) se morajo v celoti zadržati v omrežju, v razbremenilnih bazenih (RÜB) ali zaježitvenih kanalih (SK) in se morajo nato v celoti (brez naknadnega nizvodnega razbremenjevanja) dozirano odvesti na čistilno napravo in tam ustrezno očistiti.

V letu 1992 poslednjič novelirane smernice ATV – A 128 uvajajo za letni tovor onesnaženja parameter porabe kemično potrebnega kisika (KPK) kot splošni indikator za onesnaženost vtokov oziroma obtežbo vodotokov zaradi razbremenilnih naprav. Izračunski ter dokazni kriterij vpliva na vodotoke, je postal izračunski, fiktivni KPK – letni tovor, ki prispe v vodotoke v večletnem povprečju, pri srednjih okoliščinah padavinskih odтока. Ta KPK – letni tovor (CSB-Jahresfracht), se sestoji iz letnega tovara neposredno razbremenjenega mešanega odтока in iz izračunanega preostalega tovara v

čistilni napravi očiščenega padavinskega odтока. Za povprečne nemške okoliščine se torej definira tako imenovani »obtežbeni primer« (Bezugslastfall), ki zahteva določeni potrebni zadrževalni volumen mešane kanalizacije.

Ta »obtežbeni primer« temelji na naslednjih določbah:

- srednja letna višina padavin znaša 900 mm
- KPK – koncentracija v padavinskem odtoku znaša 107 mg/l
- KPK – koncentracija v sušnem odtoku znaša 600 mg/l
- KPK – koncentracija v (očiščenem) padavinskem odtoku čistilne naprave znaša 70 mg/l

Odstopanja od »obtežbenega primera« lahko povzročijo zmanjšanje ali povečanje potrebne zadrževalne prostornine mešane kanalizacije. Z ustreznim prirejanjem potrebne zadrževalne prostornine mešane kanalizacije na dejanske terenske okoliščine se mora v konkretnem primeru doseči enaka ali manjša obtežba vodotokov (kakor se to zahteva na podlagi izračuna »obtežbenega primera«).

V zadnjem času kažejo tudi nemške praktične izkušnje pri dimenzioniranju bazenov za obdelavo deževnice ter pri določanju hidravlične obtežbe čistilnih naprav (do sedaj zgolj na $2Q_s + Q_k$), da se te naprave lahko ekološko in stroškovno optimirajo na podlagi višjih hidravličnih pretokov čistilnih naprav. DWA-

smernice A 198 (»Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen«; 2003) že gredo v smer zvišanja hidravličnih pretokov. **Zatorej pozivam slovenske projektante, da se končno tudi pri nas upoštevajo ta zvišanja hidravličnih obtežb čistilnih naprav.**

Zgolj slepo (na primer na podlagi predpisanega omejenega števila) zmanjševanje pogostosti prelivanj na podlagi ekstremnega zvišanja zadrževalnih prostornin (na primer ljubljanskega) omrežja je tako v strokovnem, ekonomskem kakor tudi ekološkem oziru, milo rečeno, zelo dvomljivo.

3 • ZADRŽEVALNI BAZENI, RAZBREMENILNI BAZENI IN BAZENI ZA ČIŠČENJE PADAVINSKIH VODA

Že desetletja skušam slovenski stroki zama razložiti in prikazati bistvene razlike med različnimi vrstami v kanalizacijskih omrežjih uporabljenih bazenov, ki jih moji slovenski kolegi praviloma ne ločijo niti po imenu, kaj šele po njihovem namenu, možnostih uporabe, različnih načinih dimenzioniranja in njihovih raznolikih, okoliščinam prirejenih konstrukcij ter funkcij.

Glede na njihovo uporabo so vsekakor najstarejši **zadrževalni bazeni** (Regenrückhaltebecken; kratica: RRB), ki (brez razbremenjevanja) služijo izključno le hidravličnemu zmanjšanju odtočnih konic pretokov. Način funkcije in njihovega dimenzioniranja podajajo **DWA-smernice ATV – DVWK – A 117**.

Razbremenilni bazeni (Regenüberlaufbecken; kratica: RÜB) so se razvili znatno kasneje na podlagi predhodno opisanih novih spoznanj o dogajanjih v kanalizacijskih omrežjih mešanega sistema. Način funkcije in njihovega dimenzioniranja podajajo **DWA-smernice ATV – A 128**.

Za razliko od zadrževalnih bazenov (RRB), ki **brez** razbremenjevanja uravnavajo celotni pretok, razbremenilni bazeni (RÜB) lovijo in v celoti odvedejo na čistilne naprave zgolj močno onesnažene dele odtokov (tako imenovane »čistilne valove«), medtem ko se pretežni del manj onesnaženih dotokov razbremeni (neposredno iznad teh ustrezno konstruiranih bazenov) in odteka direktno v vodotoke. Po njihovi funkciji uvrščamo, dimenzioniramo ter konstruiramo razbremenilne bazene v tri vrste:

- lovilni bazeni (Fangbecken),
- pretočni bazeni (Durchlaufbecken),
- kombinirani bazeni (Verbundsbecken).

Po nemških statističnih podatkih znaša povprečna prostornina zadrževalnih bazenov (RRB) 1897 m³, medtem ko znaša povprečna prostornina razbremenilnih bazenov (RÜB) samo 641 m³. Torej je potrebna uporabna prostornina razbremenilnih bazenov (RÜB) praviloma nekajkrat (statistično skoraj 3-krat) manjša od potrebne uporabne prostornine zadrževalnih bazenov (RRB), kar posledično pogojuje tudi nekajkrat manjše investicijske kakor tudi obratovalne stroške teh naprav.

Poleg očitnih ekonomskih prednosti govorijo v prid razbremenilnih bazenov (RÜB) tudi ekološki razlogi. Kakor kaže niz raziskav in meritev, se med razbremenjevanjem velikih količin malo onesnaženih deležev dotokov preko razbremenilnih bazenov (RÜB) v vodotoke (decentralno) sicer res vnaša kakšen dodaten odstotek letnega onesnaženja, vendar povzročajo nasprotno celotne, nerazbremenjene odtočne količine zadrževalnih bazenov (RRB) znatno večjo ekološko obremenitev vodotokov, saj ta bistveno večji (celotni) hidravlični pretok skozi (celo na hidravlični pretok pravilno dimenzionirano) čistilno napravo odplakne in (v iztoku čistilne naprave) odnaša v vodotok znatno višjo ali celo nekajkratno količino (v omrežju na tak način zadržanega) onesnaženja.

Obsežno še poslabšano delovanje ljubljanskega kanalizacijskega sistema, drage eko-

nomske ter ekološke posledice strokovnega neznanja kakor tudi posledice nadaljnje nestrokovne izgradnje omrežja (ob pomanjkanju koncepta generalne rešitve ljubljanskega kanalizacijskega omrežja) se že in se bodo kmalu lahko opazovale in proučevale tako na ljubljanskem omrežju kakor tudi na čistilni napravi in vodotokih (na Ljubljani in Savi).

Navkljub mojim (za javnost cenzuriranim) kritičnim strokovnim opozorilom, ki sem jih pravočasno pošiljal nizu strokovnih ustanov, državnih uradov in ljubljanskemu županu, namreč MOL v mešanem sistemu ljubljanske kanalizacije vseeno gradi (nekaj desetih milijonov evrov drage) nepotrebne ter ekološko škodljive, povrh pa še nepravilno konstruirane in opremljene zadrževalne bazene (skupne uporabne prostornine preko 30.000 m³).

Poleg tega (strokovno zelo sporna in zastarela) danska **študija** (na katero se tako krčevito sklicuje ljubljanska mestna uprava in je **edina osnova** prihodnje, kratkoročno okoli 250 milijonov evrov drage izgradnje ljubljanskega omrežja!!) zahteva in temelji tudi na očitno »spregledani« potrebni dvakratni hidravlični zmogljivosti ljubljanske čistilne naprave. Na podlagi te študije se je namreč med tem že zgradila ljubljanska čistilna naprava zgolj s polovično hidravlično zmogljivostjo.

Ti zadrževalni bazeni bodo torej poleg hidravličnih in zaježitvenih problemov v ljubljanskem mešanem kanalizacijskem omrežju povzročali še dodatno izločanje ter gnitje usedlin s posledično korozijo, emisijami smradu in pospešeno ponovno kemično sprostitivjo težkih kovin (v anaerobnem miljeju).

Opozarjam tudi, da smernice ATV – A 128 pri naštevanju prostornin kanaliza-

cijskega omrežja, ki se smejo upoštevati pri izračunu potrebne standardne celotne zadrževalne prostornine (Gesamtspeichervolumen), izključujejo upoštevanje prostornin zadrževalnih bazenov (RRB). Poleg tega se v teh smernicah jasno opozarja tudi na škodljivost takih (RRB) bazenov z dolgim časom praznjenja zaradi povzročitev slabšega delovanja nizvodnih razbremenilnih naprav ter čistilne naprave. V teh smernicah je iz vodnogospodarskih kakor tudi gospodarskih vzrokov s 40 m³/ha navedena tudi zgornja meja potrebnih celotnih zadrževalnih prostornin (Gesamtspeichervolumen). Za višje izračunske vrednosti se celo izrecno zahteva preveritev in pojasnitev vzrokov.

Bazeni za čiščenje padavinskih voda (Regenklärbecken; kratica: **RKB**) se uporabljajo v ločenih sistemih ter pri gradnji regionalnih cest

in avtocest. Njihova naloga je v kar največji meri izločiti ter zadržati usedline ter lahke tekočine. Način funkcije in njihovega dimenzioniranja podajajo delovna DWA-poročila (Arbeitsbericht) ATV – AG 1.3.2 (1980): »Čiščenje padavinskih voda v ločenem sistemu (Behandlung des Regenabflusses beim Trennverfahren)«.

Ločimo dve vrsti teh bazenov:

- bazeni za čiščenje padavinskih voda s stalno zaježitvijo (RKBmD) ter
- bazeni za čiščenje padavinskih voda brez stalne zaježitve (RKBod).

Ti bazeni se morajo načeloma dimenzionirati ter konstruirati tako, da obtežbe vodo tokov iz ločenega sistema niso višje od obtežb mešanega sistema.

Srednja prostornina teh bazenov (RKB) v Nemčiji znaša 909 m³. Vendar pri tej nave-

deni prostornini ni povsem jasno, ali so v tej statistiki upoštevani tudi bazeni, zgrajeni med gradnjo regionalnih cest in avtocest.

Praktične izkušnje kažejo, da razpolagajo naprave za sedimentacijo (na primer bazeni za čiščenje deževnice (RKB)) zgolj z okoli 50-odstotno zmogljivostjo zadrževanja trdnih snovi (AFS) in s tem zadrževanja na te snovi »vezanih« težkih kovin.

Bazeni za čiščenje padavinskih voda (RKB) se pogosto uporabljajo v ločenem sistemu kot predstopnja **zadrževalnemu bazenu s talnim filtrom** (Retentionsbodenfilter; kratica **RBF**). Ti RBF se pogosto uporabljajo tudi v mešanem sistemu za nadaljnjo obdelavo razbremenjenih mešanih odtokov. Način njihovega dimenzioniranja podajajo **DWA-smer-nice M 178**.

4 • NEMŠKA KANALIZACIJSKA OMREŽJA V OGLEDALU STATISTIKE

Prof. Brombach je nekajkrat zaporedno obdelal aktualno statistično stanje kanalizacijskih omrežij v Nemčiji. Iz preglednice 1 (zadnje stanje koncem leta 2004) je razvidno, da je že okoli 95,5 % od skupno 82.501.000 prebivalcev v Nemčiji priključenih na javna kanalizacijska omrežja. V deželah Baden-Württemberg, Bremen, Hessen in v Saarlandu jih je na javno kanalizacijo priključenih celo že več kot 99 %. To statistiko pa še vedno nekoliko kvarijo nekdanje »dežele DDR«, ki navkljub ogromnim naporom (z deleži izpod 90 %) še vedno ne dosegajo nemškega povprečja.

Na vsakega nemškega prebivalca odpade tako povprečno 6,24 m kanala ter 0,567 m³ zadrževalne prostornine v različnih vrstah bazenov padavinskih voda (Regenbecken). Najkrajšo dolžino kanalov na prebivalca opazamo v Berlinu (2,75 m/preb.) z mešanim sistemom, medtem ko se z rekordno dolžino (8,91 m/preb.) ponaša redko naseljena severnonemška dežela Niedersachsen s pretežno ločenim sistemom kanalizacije.

Delež omrežij v mešanem sistemu znaša 58,3 % celotne dolžine kanalov. Iz slike 4 je razviden »nemški ekvator mešanega sistema«, ki se v zadnjih letih počasi pomika na jug.

Prof. Brombach opozarja, da je treba pri diskusijah o prednostih oziroma pomanjkljivosti mešanega ali ločenega sistema kanalizacij vedno pretehtati argumente s stališča (severnega ali južnega) bivališča zagovornikov,

saj mesto bivanja pogosto vpliva na njihovo (subjektivno) strokovno »filozofijo«. Poleg tega opozarja tudi na noveše raziskave, ki kažejo, da predstavljajo težke kovine iz odtokov streh in prometnih površin pri ločenih sistemih vse večje probleme. Prepričan je, da ima »moderna, dobri mešani sistem« določene ekološke prednosti glede zaščite vodotokov, poleg tega pa povzroča tudi precej nižje investicijske ter obratovne stroške. To njegovo strokovno mnenje lahko potrdim tudi na podlagi mojih več 10-letnih osebnih strokovnih spoznanj in praktičnih izkušenj.

Nemčija je koncem leta 2004 razpolagala torej:

- s 23.311 razbremenilnimi bazeni (RÜB) in zaježitvenimi kanali (SK) s skupno prostornino 14.938.000 m³,
- s 15.408 zadrževalnimi bazeni (RRB) s skupno prostornino 29.223.000 m³,
- z 2850 bazeni za čiščenje deževnice (RKB) s skupno prostornino 2.592.000 m³ ter
- z 9994 čistilnimi napravami.

Investicijski stroški za približno 47 milijonov m³ skupne uporabne prostornine bazenov za deževnico (Regenbecken) se grobo ocenjujejo (≈ 750 €/m³) na preko 35 milijard evrov.

V povprečju je torej na vsako čistilno napravo priključenih 8255 prebivalcev, kar odgovarja nekako povprečnemu velikostnemu redu čistilne naprave s 15.000 PE. To nadalje pome-

ni, da v Nemčiji številčno dominirajo majhne (do 5000 PE) ter srednje velike naprave (do 20.000 PE).

Glede na povprečno gostoto 231 nemških prebivalcev na km² odpade na posameznega Nemca okoli 4300 m² celotne površine, od česar je delež zazidane ter prometne površine le 12,9 %. Tako torej pripada posameznemu prebivalcu samo še približno 558 m² nepropustno utrjenih površin (strehe, terase itd.), kar nekako odgovarja površini gradbene parcele za enostanovanjsko hišo v predmestjih.

Na gradbenih parcelah zasedajo zgradbe, terase, dvorišča, poti itd. običajno okoli tretjino tlorisne površine. Pri povprečnem dejanskem letnem odtoku padavin z okoli 600 mm se torej na teh 186 m² nepropustno utrjenih površin zbere letno okoli 112 m³ padavin na prebivalca. V istem časovnem obdobju vsak Nemec (pri okoli 130 l/preb.dan) »proizvede« okoli 47 m³ odpadnih voda.

Glede na povprečno 0,567 m³ zadrževalne prostornine na prebivalca v različnih vrstah bazenov pa to nadalje pomeni, da se lahko (iz 186 m² nepropustno utrjenih površin) zadrži med nalivi vsakokrat le okoli 3 mm padavin, kar odgovarja približno zahtevam ATV – A 128 glede maksimalne specifične prostornine razbremenilnih bazenov, ki naj ne bi presegala 30 m³/ha.

Nemški ekvator ravnotežja mešanega in ločenega sistema leži ravno vzdolž prelomnice ravninskega severnega dela in hribovitiga južnega dela Nemčije. Medtem ko se južni hriboviti del Nemčije odloča pretežno za mešani sistem, se nasprotno ravninska se-

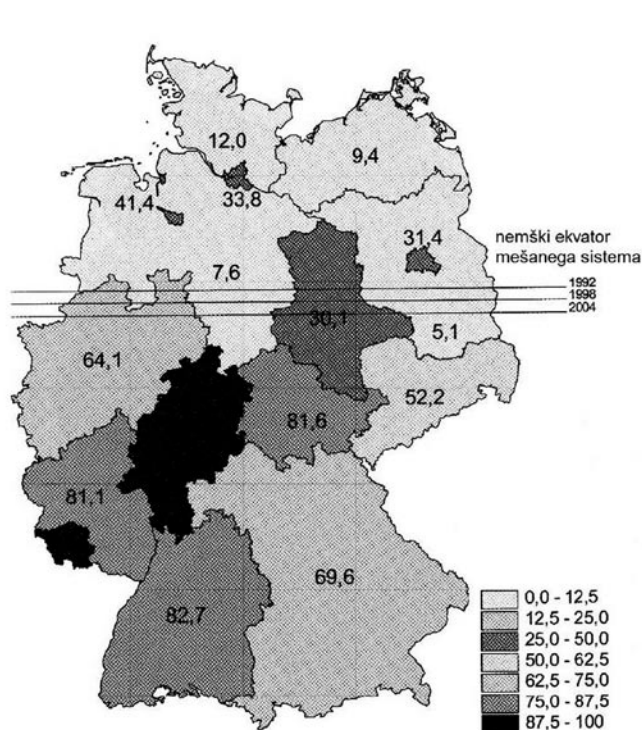
	Število prebivalcev	Delež priključitve na javno kanalizacijo	Mešani kanali, MS (mešani sistem)	Sušni kanali, TS (ločeni sistem)	Meteorni kanali, TS (ločeni sistem)	Kanali skupno, MS + TS	Dolžina kanalov na prebivalca, MS + TS	Delež mešane kanalizacije	Razbremenilni bazeni (RUB) in zajetveni kanali (SK), število, MS	Razbremenilni bazeni (RUB) in zajetveni kanali (SK), prostornina, MS	Zadrževalna naprava deževnice (RRA), število, MS + TS	Zadrževalna naprava deževnice (RRA), prostornina, MS + TS	Bazen za čiščenje padavinskih voda (RKB), število, TS	Bazen za čiščenje padavinskih voda (RKB), prostornina, TS	Vsota vseh bazenov deževnice, število, MS + TS	Vsota prostornine vseh bazenov deževnice, MS + TS	Zadrževalna prostornina na prebivalca, MS + TS	Razbremenilniki (RU) brez zajetvenih prostornin, število, MS	Čistilne naprave, število, MS + TS	Povprečni dodatek tujih vod, MS + TS
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
dimenzije	1000 E	%	km	km	km	km	m/E	%	n	1000 m ³	n	1000 m ³	n	1000 m ³	n	1000 m ³	m ³ /E	n	n	%
Nemčija	82.501	95,5	238.201	170.851	106.032	514.884	6,24	58,3	23.311	14.938	15.408	29.223	2.850	2.592	41.569	46.763	0,567	21.454	9.994	34,8
Baden-Württemberg	10.717	99,0	48.931	10.261	8.534	67.727	6,32	82,7	6.612	3.539	397	1.271	254	123	7.263	4.934	0,460	3.440	1.118	51,7
Bayern	12.444	95,5	52.504	22.925	10.213	85.642	6,88	69,6	6.409	3.184	2.769	3.353	598	442	9.776	6.979	0,561	4.451	2.633	27,8
Berlin	3.388	98,4	1.902	4.154	3.274	9.330	2,75	31,4	13	46	101	700	11	23	125	769	0,227	531	1	0,0
Brandenburg	2.568	82,6	677	12.503	3.716	16.896	6,58	5,1	45	76	303	435	156	38	504	549	0,214	358	277	2,8
Bremen	663	99,8	809	1.147	1.072	3.028	4,67	41,4	6	80	11	52	49	31	66	163	0,248	22	4	16,9
Hamburg	1.735	98,9	1.257	2.464	1.673	5.394	3,11	33,8	12	103	11	59	29	91	52	253	0,148	196	1	15,5
Hessen	6.098	98,4	28.409	3.948	4.275	36.631	5,01	87,8	2.588	1.697	781	896	43	68	3.412	2.661	0,438	3.448	737	71,4
Mecklenburg-Vorpommern	1.720	83,9	779	7.528	3.442	11.750	6,83	9,4	81	160	453	1.138	125	71	659	1.308	0,769	205	525	12,2
Niedersachsen	8.001	93,8	3.451	41.735	26.095	71.280	8,91	7,6	226	321	3.068	7.539	124	463	3.418	8.323	1,040	251	672	17,8
Nordrhein-Westfalen	18.075	97,2	45.181	25.343	20.786	91.309	5,05	64,1	3.348	3.747	3.303	7.593	773	458	7.424	11.797	0,853	2.037	695	38,6
Rheinland-Pfalz	4.061	98,9	21.462	4.995	3.754	30.211	7,44	81,1	2.338	1.012	1.131	1.737	51	46	3.520	2.795	0,888	2.863	777	43,1
Saarland	1.056	99,1	6.405	508	715	7.628	7,22	92,7	460	243	92	94	21	51	573	387	0,367	1.485	104	56,9
Sachsen	4.296	87,5	9.874	9.036	4.350	23.260	5,41	52,2	429	251	749	1.130	200	106	1.378	1.486	0,346	1.263	791	55,5
Sachsen-Anhalt	2.494	88,3	4.179	9.090	3.016	16.884	6,77	30,1	208	125	373	509	30	47	611	682	0,273	291	280	19,8
Schleswig-Holstein	2.820	94,1	1.635	11.994	9.330	22.960	8,12	12,0	64	70	1.409	2.171	361	513	1.824	2.754	0,973	300	824	7,6
Thüringen	2.355	91,5	10.746	2.421	1.787	14.954	6,35	81,6	472	285	457	547	35	21	964	853	0,362	513	555	36,8

Preglednica 1 • Statistični prikaz javnih kanalizacij na podlagi podatkov nemškega zveznega statističnega urada po Brombachu; stanje konec leta 2004

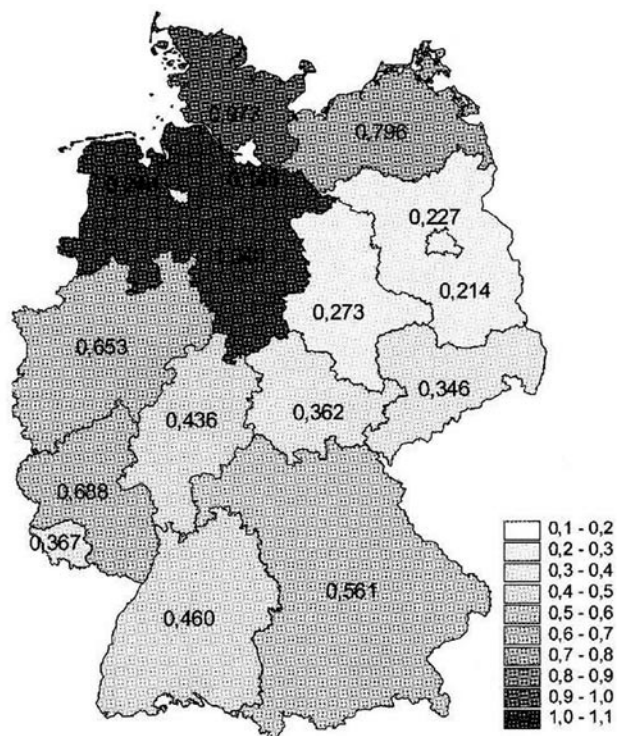
verna Nemčija odloča pretežno za ločeni sistem, pri čemer pa kot oaze močno odstopajo mesta Berlin, Hamburg in Bremen z visokimi deleži mešanega sistema. Po letu 1992 se je ta ekvator vsakih 6 let pomaknil za okoli 20 km proti jugu.

Pri tem pa hudo neprijetno preseneča alarmantno dejstvo, da severne dežele z najvišjim odstotkom ločenih sistemov (slika 4) razpolagajo tudi z najvišjo zadrževalno prostornino padavinskih voda v javnih kanalizacijskih omrežjih (slika 5). Zato se prof. Brombach upravičeno sprašuje: »Ali torej ni ena izmed prednosti ločenega sistema ravno v nepotrebnem zadrževanju ter obdelavi padavinskih voda?«

Kanalizacijski sistemi v Nemčiji so sicer le težko primerljivi s sistemi v ZDA, saj poleg klimatskih raznolikosti in kontinentalnih razsežnosti (gora ta področja, puščave, močvirna področja itd.) znaša povprečna gostota naseljenosti v ZDA le 33 prebivalcev na km² ter je tako na primer 7-krat manjša od povprečne gostote naseljenosti v Nemčiji. Vendar se tudi v Evropi pojavlja (v ZDA pa že dalj časa) intenzivna strokovna diskusija o tako imenovanem problemu »SSO« (Sanitary Sewer Overflow). V ZDA namreč ugotavljajo vse obsežnejše probleme z deževnico ne samo v meteornih kanalih, temveč tudi v sušnih kanalih ločenih sistemov, čeprav se



Slika 4 • Deleži mešanega sistema kanalizacije v odstotkih prebivalstva (stanje konec leta 2004) in ekvator mešanega sistema kanalizacije po Brombachu



Slika 5 • Zadrževalna prostornina za deževnico v javnih omrežjih v m³ na prebivalca (stanje konec leta 2004) po Brombachu

taki problemi sistemsko pogojeno v ločenih sistemih kanalizacij sploh ne bi smeli pojavljati. Sušni kanali so namreč (ne samo v ZDA) med deževnimi obdobji zaradi napačnih priključkov,

nevodotesnih pokrovov itd. hidravlično hudo preobremenjeni, preplavljajo kleti in se zato vanje naskrivaj in vse pogostejše vgrajujejo prepovedani »ilegalni zasilni prelivni«. Eden izmed

osnovnih problemov vseh načinov kanalizacij so previsoke količine tujih voda. Tej (dragi) problematiki bo potrebno v prihodnje tudi pri nas posvetiti znatno več pozornosti.

5 • BILANCIRANJE TOVORA ONESNAŽENOSTI

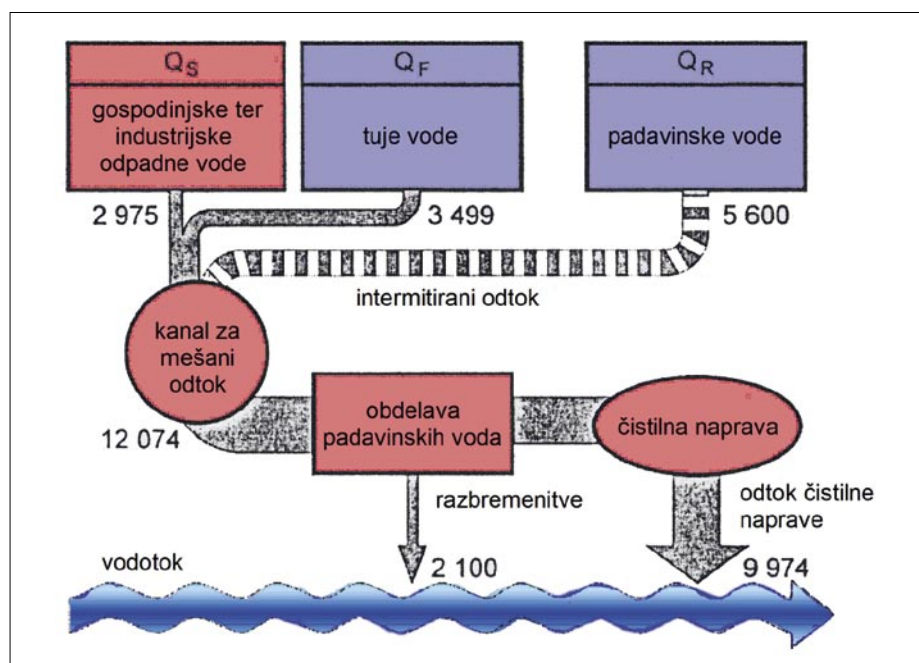
Na podlagi izmerjenih ter statističnih podatkov (ATV – DVWK – Datenpool; www.atv.de) sta dr. Weiß in prof. Brombach za tipični vplivni področji tako klasičnega mešanega sistema (z RÜB) kakor tudi tradicionalnega ločenega sistema ocenila, ovrednotila in medsebojno primerjala skupne iznose tovarov onesnaženosti (Schmutzfrachten). Pri tem namenoma nista uporabila simulacij tovarov onesnaženosti (Schmutzfrachtsimulation).

Nujno moram opozoriti, da sta avtorja to bilanciranje izvedla izključno na podlagi predpostavljenih tehnično popolnoma pravilno izvedenih in delujočih omrežij. Ločeni sistemi komunalnih kanalizacijskih omrežij so namreč tudi v Nemčiji le redkokdaj izvedeni brez napačnih priključkov. V bilanci zato ni upoštevano, da lahko že malenkostno število napačnih priključkov v ločenem sistemu onemogoči pravilno delovanje ter tako to bilanco hudo enostransko prevesi v korist mešanega sistema.

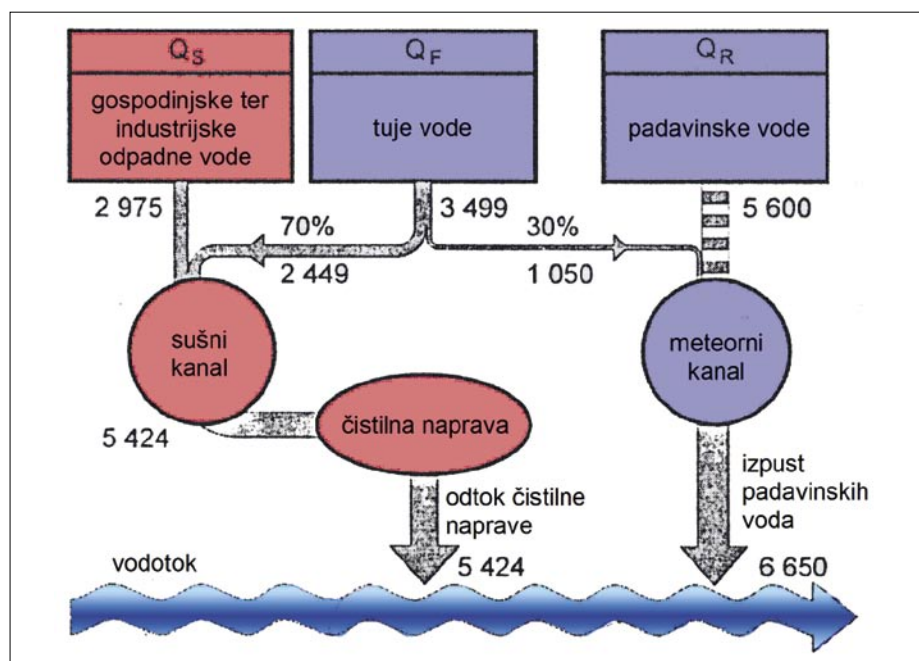
Primerjana, idealizirana sistema odvodnjavanja (prikazana v slikah 6, 7 in preglednici 2) se naslanjata na smernice ATV – A 105. Pri tem se pri ločenem sistemu predpostavlja, da se meteorne vode brez predhodne obdelave (RKB) izlivajo direktno v vodotok. Pri mešanem sistemu pa se nasprotno dodatno upošteva tudi potrebna ustrezna obdelava mešanega odтока (Regenwasserbehandlung).

V obeh sistemih sta se pri bilanciranju upoštevali tudi obe normalno delujoči čistilni napravi. Ravno tako se nikakor ne sme prezreti dejanskih pretokov tujih voda, saj ta faktor bistveno vpliva na rezultate bilanc.

Vse odtočne prostornine se nanašajo torej na 1 ha nepropustne površine vplivnega področja, ki se v smislu ATV – A 128 (1992) označuje z indeksom »ha_u«.



Slika 6 • Idealizirani mešani sistem s srednjo odtočno prostornino v m³/(ha_u·a)



Slika 7 • Idealizirani ločeni sistem s srednjo odtočno prostornino v m³/(ha_u·a)

podatki vplivnega področja:

odpadne vode iz gospodinjstev in industrije
naselitvena gostota 62,7 P/ha _u
poraba vode 130 l/(P.d)
prostornina odtoka 2.975 m ³ /(ha _u .a)
tuje vode
delež tujih voda 118 %
prostornina odtoka 3499 m ³ /(ha _u .a)
delež na tujih vodah v sušnem kanalu ločenega 70 % sistema
deževnica
letne padavine 800 mm/a
od tega za odtok 70 %
odtočne letne padavine 560 mm/a
prostornina odtoka 5600 m ³ /(ha _u .a)

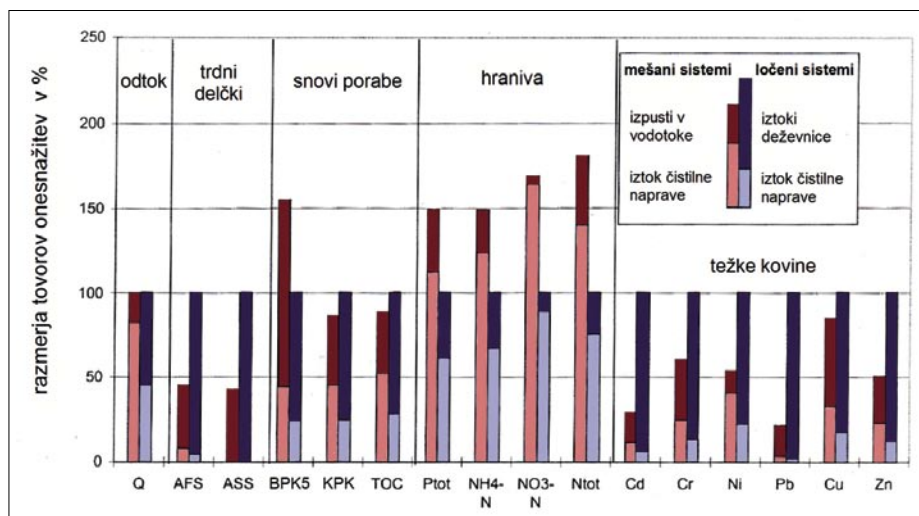
mešani sistem:

mešani kanal
prostornina odtoka 12.074 m ³ /(ha _u .a)
obdelava padavinskih voda
delež razbremenitve 37,5 %
prostornina razbremenilnega odtoka v vodotok 2100 m ³ /(ha _u .a)
čistilna naprava
prostornina očiščenega odtoka 9974 m ³ /(ha _u .a)

ločeni sistem:

sušni kanal
prostornina odtoka 5424 m ³ /(ha _u .a)
meteorni kanal
prostornina odtoka v vodotok 6650 m ³ /(ha _u .a)
čistilna naprava
prostornina očiščenega odtoka 5424 m ³ /(ha _u .a)

Preglednica 2 • Tipični srednji podatki vplivnega področja in odtočnih prostornin na hektar nepropustne površine



Slika 8 • Dolgotrajna bilanca razmerij emisij v vodotoke za mešani (levi rdeči stolpci) in ločeni sistem (desni modri stolpci)

Prostornina celotnega površinskega odtoka (Q) je pri obeh sistemih enaka, vendar pri mešanem sistemu skozi čistilno napravo odteka skoraj 80 % celotne odtočne količine padavin, medtem ko pri ločenem sistemu le slabih 50 %. Zatorej so, količinsko gledano, emisije vseh parametrov v odtoku čistilne naprave pri mešanem sistemu vedno znatno večje od emisij čistilne naprave pri ločenem sistemu (saj se v obeh odtokih čistilne naprave predpostavljajo enako visoke koncentracije odtočnih parametrov).

Pri skupnem iznosu trdnih snovi (AFS, ASS) je razvidno, da mešani sistem zadrži (in na

čistilni napravi dokončno odstrani) znatno večjo količino teh emisij (blata), kakor uspe to zadržati ločenemu sistemu. Torej prekaša pri teh emisijskih parametrih uspešnost mešanega (za več kakor dvokratni faktor) ločeni sistem.

Pri (organskih) snoveh s porabo kisika (Zehrstoffe) je (kot vodilni parameter pri prikazu dobrega čiščenja odpadnih voda) najpomembnejši kemično potrebni kisik (KPK), ki je pri mešanem količinsko nekoliko manjši od ločenega sistema. V smislu zahtev ATV – A 128 (1992) pri dimenzioniranju razbremenilnih bazenov te emisije mešanega

sistema (KPK) namreč ne smejo presegati emisij ločenega sistema. Podobno se obnaša tudi parameter TOC.

Nasprotno pa so emisije biološko potrebnega kisika (BPK₅) pri mešanem sistemu znatno višje. Očitno lahko biološke čistilne naprave obeh sistemov te snovi sicer zelo učinkovito razgradijo, vendar lahko razbremenilni bazeni (RÜB) le minimalno vplivajo na znižanje BPK₅. V meteornih kanalih ločenega sistema pa lahko zasledimo vselej zgolj zanemarljive količine teh snovi.

Tudi pri hranivih (Nährstoffe) so emisije mešanega sistema znatno višje od emisij ločenega sistema. To je še posebno razvidno pri celotnem dušiku (N_{tot}), pa tudi celotnem fosforju (P_{tot}). Vendar se lahko te emisije (predvsem v korist mešanega sistema) znatno zmanjšajo z ustrezno dograditvijo stopenj kemičnega čiščenja (za zvišano izločitev dušika ter fosforja) na čistilnih napravah.

Emisije težkih kovin (Schwermetalle) so pri mešanih sistemih neprimerno manjše od emisij ločenih sistemov, zato je in bo v bližnji prihodnosti vsekakor nujno potrebna dodatna obdelava deževnice tudi na meteornih omrežjih ločenih sistemov.

Vsako bilanciranje vnosov onesnaženja (Schmutzfrachten) v vodotoke mora torej upoštevati tudi ustrezno delovanje pripadajočih čistilnih naprav, saj se nikakor ne sme zanemariti preostalih koncentracij onesnaženja (Restkonzentration) v stalnih odtokih čistilnih naprav. Za nekatere para-

metre (na primer hrana) predstavlja namreč iztok čistilne naprave največji vir emisij, kar lahko z izboljšavo čistilne tehnike in ustreznim obratovanjem uspešno minimiziramo.

Z izboljšanjem čistilnega učinka (torej z ustreznim zmanjšanjem emisij) čistilnih naprav se ustrezno večajo tudi prednosti mešanega sistema v primerjavi z ločenim sistemom.

Potrebno zmanjšanje količin tujih voda omogoča poleg znižanja obratovalnih stroškov tudi zmanjšanje obtežb vodotokov.

6 • KRATKA PRIMERJAVA OBDELAVE PADAVINSKIH VODA V NEKATERIH IZBRANIH DRŽAVAH

Načini obdelave padavinskih voda (Regenwasserbehandlung) v različnih državah medsebojno zelo odstopajo, zato naj le na kratko orišemo različne strokovne pristope v nekaterih izbranih državah.

6.1 Švica

Izvirne impulze za skupno čiščenje padavinskih odtokov je koncem šestdesetih let Švici (skupno z Avstrijo, Nemčijo in Liechtensteinom) povzročila oziroma predlagala internacionalna komisija za zaščito kvalitete voda Bodenskega jezera. Prva švicarska uradna priporočila za dimenzioniranje in izvedbo razbremenilnikov in razbremenilnih bazenov so bila v Švici izdana že leta 1977 in so še dandanes v veljavi.

Medtem ko so se v Nemčiji razvijale smernice pretežno v smeri omejitev emisij, je potekal strokovni razvoj v Švici nekoliko drugače. V Švici se namreč opazuje emisije in imisije vzporedno. Leta 1977 je Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzleute (VSA) razvil in izdal tako imenovane smernice za splošno načrtovanje kanalizacij (»Generelle Entwässerungsplanung (GEP)«, ki vsebujejo 7 poglavij:

- 1) Uvod (Einleitung)
- 2) Principi načrtovanja kanalizacij (Grundsätze der Entwässerungsplanung)
- 3) Principi obdelave projektov (Grundsätze der Projektbearbeitung)
- 4) Naloge občin (Aufgaben der Gemeinden)
- 5) Osnove načrtovanja (Projektgrundlagen)
- 6) Obdelava projektov (Projektbearbeitung)
- 7) Honoriranje (Honorierung)

Najpomembnejše je poglavje 5 (Osnove načrtovanja), ki vsebuje naslednjih 8 podpoglavij:

- 1) Poročilo stanja vodotokov (Zustandsbericht Gewässer)
- 2) Poročilo stanja tujih voda (Zustandsbericht Fremdwasser)

- 3) Poročilo stanja kanalizacije (Zustandsbericht Kanalisation)
- 4) Poročilo stanja ponikanja (Zustandsbericht Versickerung)
- 5) Poročilo stanja vplivnega področja (Zustandsbericht Einzugsgebiet)
- 6) Poročilo stanja območij nevarnosti (Zustandsbericht Gefahrenbereiche)
- 7) Količine odpadnih voda (Abwasseranfall)
 - med sušnimi obdobji (bei Trockenwetter)
 - med padavinskimi obdobji (bei Regenwetter)
- 8) Obdelava in upravljanje s podatki (Datenverarbeitung und Datenverwaltung)

Za vsako področje zbiranja ter odvajanja odpadnih voda se v Švici torej zahteva izdelava kataloga s poročili stanja. Ti katalogi služijo kot osnove prihodnjim načrtovanjem in se občasno dopolnjujejo v tako imenovano »tekoče načrtovanje« (rollende Planung).

Švicarska vlada sofinancira ta poročila stanj in tako podpira njihovo površinsko prekrivajoče širjenje. Poročila stanj izdelujejo različni projektni biroji. Lahko jih izdelujejo oziroma obdelujejo tudi eden za drugim. Na začetku se je obseg teh strokovnih del hudo podcenil, vendar so dandanes (po okoli 20 letih ustvarjanja) ta poročila stanj izdelana že za večino občin.

Združenje švicarskih inženirjev ter arhitektov izdaja tudi normative SIA, ki med drugim obsegajo tudi hidravlično dimenzioniranje kanalizacijskega omrežja ter objektov in so precej podobni nemškim smernicam DWA. Vendar so v Švici na splošno samostojne tehnične smernice (Richtlinien) za dimenzioniranje, konstruiranje ter obratovanje objektov za obdelavo padavinskih voda precej redkejši kakor v Nemčiji.

Specifična prostornina razbremenilnih naprav je v Švici skoraj istega velikostnega reda, kot je v Nemčiji, in tudi tehnična oprema z dušilkami, koriti za spiranje, mešali, grabljami

itd. ne odstopa bistveno od nemških smernic in norm.

6.2 Avstrija

Avstrijske osnove načrtovanja obdelave mešanih odtokov (ÖWWV-Regelblatt 19; Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungen in Mischwasserkanälen, 2007) bazirajo na predpisanih mejnih vrednostih emisij (Emissionsgrenzwerten). Tako so na primer (v AVE Mischwasser »Mindestwirkungsgrade der Weiterleitung der im Einzugsgebiet der Mischkanalisation anfallenden Schmutzfrachten«) predpisane minimalne stopnje izločanja, ki se glede na velikost občine za AFS, $\text{NH}_4\text{-N}$, TN_b , P_{tot} , KPK in BPK₅ nahajajo med 55 in 80 %. Te vrednosti so izbrane in določene tako, da iz tega izhajajoče zaježevne prostornine nekako odgovarjajo izračunskim prostorninam po ATV – A 128.

Vendar zaradi sunkovitih obtežb odtokov v praksi ni možno nadzorovati in preverjati doseganja teh predpisanih minimalnih stopenj izločanja in s tem izvajanja teh smernic.

Avstrijski bazeni za padavinske vode (Regenbecken) so zelo podobni nemškim, saj je ÖWWV-Regelblatt 19 precej podoben nemškim smernicam.

6.3 Velika Britanija

Osnovni princip britanske zaščite vodotokov (Urban Pollution Management Manual) zahteva na vsakem posameznem izpustu padavinskih voda takšno izbiro mejnih vrednosti (Grenzwerte), da te mejne vrednosti ne škodijo dotičnemu vodotoku. Pri tem se še posebej izpostavlja zaščita voda za kopanje in zaščita področij, namenjenih uporabi za sprostitve in okrevanje.

UPMM pozna dve zasnovi za določanje koncentracij snovi v vodotokih:

- mejne vrednosti za sunkovite obtežbe ter
- trajne mejne vrednosti oziroma mejne vrednosti glede pogostosti nastopanja.

Tako na primer koncentracija kisika v vodotokih z ribami ne sme pasti pod 5 mg pogostejše kot enkrat letno in za največ 24-urno dobo (glej naslednji preglednici UPMM).

koncentracije kisika v odvisnosti od povratnega obdobja in dobe trajanja delovanja v mg/l			
povratno obdobje	doba trajanja delovanja		
	1 ura	6 ur	24 ur
en mesec	5,0	5,5	6,0
trije meseci	4,5	5,0	5,5
eno leto	4,0	4,5	5,0

Preglednica 3 • Spodnje mejne vrednosti vsebnosti kisika na izpustih deževnice v vodotoke z ribami v VB

V vodotokih vseh klasifikacij kvalitete, vsebnost KPK ne sme prekoračiti 5 mg v 99 % vseh meritev. V vodah za kopanje vsebnost bakterij koli za dobo trajanja 1,8 % kopalne sezone ne sme presegati vrednosti 10.000 klic na 100 ml vode. Glede na intenziteto uporabe področij, namenjenih za sprostitve in okrevanje (Intensität der Erholungsnutzung), razbremenilniki ne smejo prelivati pogostejše kot 1- do 30-krat letno.

Britanska posebnost je tudi izločanje kosovnih snovi na razbremenilnikih. Tako se morajo zadržati na primer vse sestavine, večje od 6 mm, če so zahteve področij, namenjenih za sprostitve ter okrevanje, visoke ter razbremenilniki prelivajo pogostejše kot enkrat letno. Pri srednji uporabi področij, namenjenih za sprostitve ter okrevanje, zadostuje zadrževanje kosovnih snovi velikosti 10 mm.

Nadaljnja posebnost načrtovanja britanskih kanalizacij je izračun razbremenilnikov. Odtoki do 6-kratnega sušnega pretoka se morajo brez razbremenjevanja odvajati k čistilni napravi. Če to zaradi omejene kapacitete čistilne naprave ni mogoče, je treba predvideti dodatni zaježitveni prostor. Zaradi tega razpolaga Velika Britanija (v primerjavi z Nemčijo) z znatno manjšim številom in manjšo skupno zaježitveno prostornino bazenov za deževnico.

V primerjavi z britanskim načinom izhajajo torej nemške smernice ATV – A 128 še iz 2-kratnega sušnega pretoka, ki tako zahteva in posledično povzroča precej večje prostornine bazenov. Nasprotno pa je v Veliki Britaniji število grabelj, sit in vrtničnih izločevalcev (Wirbelabscheider) večje kot v Nemčiji.

zahteve glede področij, namenjenih za sprostitve ter okrevanje	pričakovana pogostost prelivanja	zahteve glede odstranitve kosovnih snovi
visoke	> eno prelivanje na leto ≤ eno prelivanje na leto	odstranitev 6 mm delcev odstranitev 10 mm delcev
srednje	> 30 prelivanj na leto ≤ 30 prelivanj na leto	odstranitev 6 mm delcev odstranitev 10 mm delcev
nizke ali nobene		izmere v smislu priporočil

Preglednica 4 • Spodnje mejne vrednosti za odstranitev kosovnih snovi s pomočjo grabelj ali sit v VB

Kar se tiče števila in namestitvev razbremenilnih bazenov, se skušajo v zadnjem času tudi v VB vse bolj približati »nemški filozofiji« in obratno. Z DWA – A 198 se skuša namreč tudi Nemčija približati »angleški filozofiji« predvsem glede hidravličnih obtežb razbremenilnih ter čistilnih naprav.

6.4 ZDA

Med letoma 1995 do 1997 je ameriški državni urad EPA (Environmental Protection Agency) izdal popolnoma nove smernice za razbremenilnike v mešanem sistemu kanalizacij (CSO Combined Sewer Overflows).

Principi ameriških pravil za obdelavo padavinskih odtokov v mešanem in ločenem sistemu so podani v napotkih za dolgoročni nadzorni načrt EPA (Guidance for Long-Term Control Plan – EPA 832-B-95-002), in sicer naslednji:

I.	razbremenilniki smejo prelivati le med obdobjem padavin
II.	razbremenilne točke se morajo opazovati celostno v smislu »Clean Water Acts«
III.	minimizirati se mora ogrožanje in poslabšanje kvalitete voda, živih bitij v vodah in zdravje ljudi zaradi posledic uvajanja mešanih izpustov

Preglednica 5 • Napotki za dolgoročni nadzorni načrt EPA

Naslednji principi EPA naj omogočajo iskanje »po meri krojenih« ter stroškovno najugodnejših rešitev:

A	predhodno določanje jasnih zdravstvenih ciljev in ciljev zaščite okolja
B	predvsem za doseganje zadostne fleksibilnosti načrtovanja pri finančno slabih občinah se morajo upoštevati lokalno specifične posebnosti in izvajati stroškovno-uporabnostne analize
C	izgradnja v gradbenih fazah mora upoštevati finančne zmogljivosti občine
D	standardi o kvaliteti voda se lahko revidirajo in prireajo z napredovanjem obdelave padavinskih voda

Preglednica 6 • EPA-principi iskanja optimalnih in stroškovno najugodnejših rešitev

Vodnopravno dovoljenje za uvajanje v vodotoke pridobi občina za mešano kanalizacijsko omrežje samo na podlagi dokaza o uveljavitvi oziroma neposrednem uveljavljanju vsaj naslednjih devetih, s strani EPA predpisanih ukrepov (Guidance for Nine Minimum Controls):

1.	pravilno obratovanje in redni nadzor kakor tudi vzdrževanje omrežja ter razbremenilnikov
2.	maksimalna uporaba prostornine kanalizacijskega omrežja za zadrževanje odpadnih voda med padavinami
3.	raziskave ter modifikacije naprav za predčiščenje za namen minimiziranja obtežbe vodotokov
4.	odvajanje po možnosti čim večjega dela padavinskih odtokov na čistilno napravo
5.	pretoki mešanega sistema kanalizacije se ne smejo prelivati v sušnih obdobjih
6.	zadrževanje usedlih in plavajočih trdnih snovi na razbremenilnikih
7.	preprečevanje onesnaženja v vplivnem območju
8.	obveščanje javnosti, zadostno informiranje o nastanku in posledicah dogodkov razbremenjevanja
9.	nadzor aktivnosti razbremenilnikov na podlagi ustreznih naprav registriranja ter ugotavljanja stopnje izkoristka obdelave padavinskih voda

Preglednica 7 • Po EPA predpisane minimalne kontrole

Če občine ne skrbijo za obratovanje svojih kanalizacijskih omrežij v skladu s temi devetimi zahtevami, ima EPA pravico uveljavljanja zelo rigoroznih ukrepov in občine kaznuje z drastičnimi denarnimi kaznimi.

7 • IZBIRA SISTEMA

Za izbiro sistema zbiranja ter odvajanja odpadnih voda so bili nekoč odločilni pretežno gospodarski aspekti. Pri naseljih s slabotnim podolžnim padcem kanalov ali ob neposredno ležečih vodotokih se je običajno skušalo znižati gradbene stroške za omrežje ter čistilno napravo z ločenim, direktnim uvažanjem padavinskih odtokov v bližnje vodotoke. V strmejših območjih pa večinoma dominira mešani sistem, saj se je polaganje enega samega (mešanega) zbiralnika izkazalo za zelo varčno. Dandanes se skuša (povsod, kjer je to ekonomsko opravičljivo) manj onesnažene padavinske odtok (zunanjia vplivna območja, zelenice, drenaže itd.) odstraniti ločeno, s pomočjo tako imenovanih modificiranih (mešanih in ločenih) sistemov.

Če se nahajajo proizvajalci prekomerno onesnaženih odpadnih voda (na primer iz obrti in industrije) na manjši razdalji ali celo v neposredni bližini čistilnih naprav, se priporoča njihova priključitev v ločenem sistemu, saj tako prispejo te odpadne vode na čistilno napravo direktno, brez njihovega predhodnega redčenja in razbremenjevanja.

Pavšalna ocena in odločitev, kateri od sistemov (mešani, ločeni ali modificirani sistem) je v ekonomskem in ekološkem oziru boljši, ni možna. Taka ocena je namreč odvisna od terenskih okoliščin, ekoloških zahtev in (za vsak posamezni primer določenih) gradbenih ter obratovalnih stroškov.

Glavni argument nasprotnikov mešanega sistema je pogosto letno prelihanje razbremenilnih naprav (lahko tudi do 60 prelihanj letno). Nekateri predpisi to najvišjo pogostost celo številčno omejujejo (na primer na Nizozemskem, kjer je predpisano le 2- do 3-kratno letno prelihanje). Pri tem pa se zavestno »zanemari« bilanciranje emisij onesnaženja. Osnovna zahteva, na podlagi katere »deluje« ATV – A 128, je namreč enakovredna imisijska zaščita vodotokov pri mešanih ter ločenih sistemih kanalizacij. Pri enakovredni imisijski zaščiti vodotoka je torej večje število prelihanj celo koristno, saj ti razbremenjeni pretoki v znatno zmanjšanem obsegu obremenjujejo nadaljnja kanalizacijska omrežja in čistilne naprave. Pri tem se nadalje zamolči tudi negativni vpliv tako imenovanega »hidravličnega stresa« na vodotoke. Decentralizirano količinsko uvažanje ter na več mestih porazdeljena obtežba vodotoka s hranivi vpliva znatno boljše na floro in favno kot skupna (koncentrirana) hidravlična

obtežba in celotna obtežba s hranivi zgolj na enem mestu (izpod čistilne naprave).

Pri izbiri sistemov bomo verjetno morali v prihodnje v večjem obsegu upoštevati tudi klimatske spremembe, saj vse kaže, da bo v prihodnjih desetletjih treba zvišati celo izračunski naliiv (Bemessungsregenspende).

Med drugim podajajo obsežne napotke za ustrezno izbiro sistema (mešani ali ločeni sistem) tudi DWA-smernice ATV – A 105 (Wahl des Entwässerungssystems; december 1997).

Če se lahko delno ali v celoti odpovemo zbiranju ter odvajanju padavinskih odtokov, lahko poleg klasičnega gravitacijskega sušnega kanala uporabimo tudi posebni tlačni ali podtlačni postopek zbiranja ter odvajanja odpadnih voda, opisan v DWA-smernicah ATV – A 116 (Besondere Entwässerungsverfahren, Unterdruckentwässerung – Druckentwässerung; marec 2005).

7.1 Mešani sistem

Pri mešanem sistemu se odvajajo gospodinjske, obrtne in industrijske odpadne vode, kakor tudi (neprepredene) tuje in padavinske vode v skupnem, tako imenovanem mešanem kanalu.

Prednosti mešanega sistema so:

- V cestišču se praviloma nahaja samo en zbiralnik, zato se ne potrebuje toliko prostora za gradnjo.
- Za vsako zazidalno zemljišče je potreben le po en priključek.
- Izprana površinska onesnaženja padavin manjših intenzitet se odvajajo v celoti na čistilno napravo in ne (kot v ločenem sistemu) direktno v vodotok.
- Niso možni napačni priključki (kot v ločenem sistemu).

- Relativno kratka skupna dolžina omrežja (v primerjavi z ločenim sistemom).
- Praviloma je potrebno zgolj relativno nizko število izpustov (iz razbremenilnih naprav), zato je tudi število mest, potrebnih za nadzor obtežbe vodotokov, manjše (v primerjavi z ločenim sistemom).

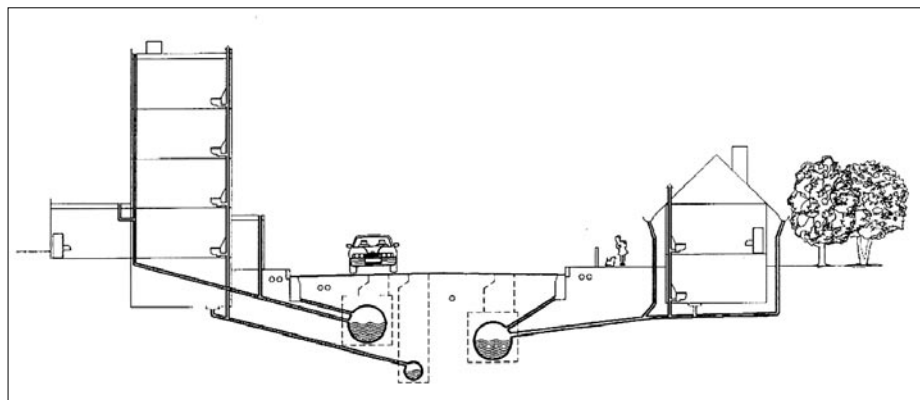
7.2 Ločeni sistem

Pri ločenem sistemu se odvajajo gospodinjske, obrtne in industrijske odpadne vode ter (neprepredene) tuje vode v sušnem kanalu, medtem ko se padavinske in načrtno uvedene tuje vode (drenaže itd.) odvajajo ločeno v tako imenovanih meteornih kanalih.

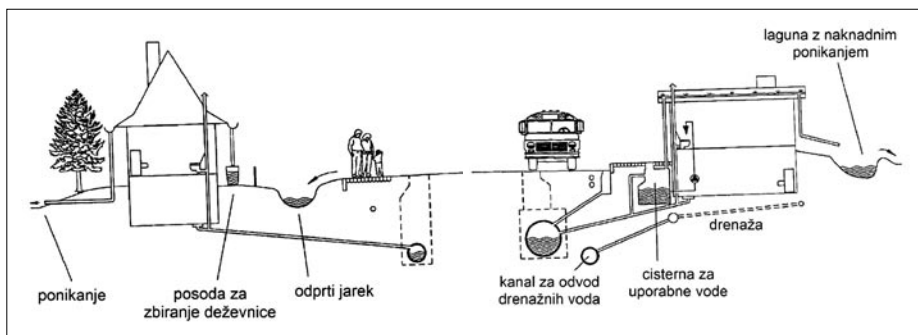
Prednosti ločenega sistema so:

- Odpadne vode ostajajo koncentrirane. S tem se prepreči odvajanje zanemarljivo ter malo onesnaženih padavinskih ter tujih voda (ki niso potrebne čiščenja) preko čistilne naprave.
- Praviloma nekoliko manjše količine tujih voda kakor pri mešanem sistemu.
- Praviloma nekoliko manjše količine kamenja in peska kakor pri mešanem sistemu.
- Črpaljšča ter tlačni vodi se dimenzionirajo zgolj za sušne odtok, zato je je zmogljivost teh objektov manjša.
- Zaradi manjših premerov cevi sušnih kanalov se v njih ustvarja višje delno polnjenje, kar pomeni večjo vlečno silo in manj usedlin v cevih.
- Pri strokovno pravilni izvedbi in predpisanem obratovanju ne more nastopiti preplavitve kletnih prostorov zaradi zajezev iz vodotokov oziroma zaradi hidravlične preobremenitve s padavinskimi odtoki.
- Potrebno je čiščenje le onesnaženih delov padavinskih odtokov.

Generalni problem pri ločenem sistemu je preprečitev napačnih priključkov. Že nekaj napačnih priključkov lahko namreč ones-



Slika 9 • Tradicionalni ločeni (levo) in mešani (desno) sistem



Slika 10 • Močno poenostavljena in modificirana ločeni (levo) ter mešani (desno) sistem

posobi pravilno delovanje celotnega ločenega sistema!

7.3 Modificirani ločeni sistem

Pri modificiranem ločenem sistemu se padavinski dotoki ponikajo ali s pomočjo odprtih jarkov deloma oziroma v celoti odvajajo direktno v površinske vodotoke.

V severni Nemčiji je ta sistem znan in se predvsem v zadnjem času uporablja tudi pod pojmom »decentralizirana odstranitev padavinskih voda« (dezentrale Regenwasserbewirtschaftung). Vendar ta trend decentralizirane odstranitve manj onesnaženih padavinskih odtokov ni omejen zgolj na Nemčijo. V ZDA to strategijo označujejo s pojmi »Stormwater Management« in »Best Management Practices« (BMPs), v Veliki Britaniji s »Sustainable

Urban Drainage« (SUDs) ter v Avstraliji z »Low Impact Development« (LID).

Pri tem pa ne smemo prezreti in zanemariti dejstva, da so ovrednotenja v sklopu EU – okvirnih vodnih smernic (EU – Wasserrahmenrichtlinie), pokazala, da je v mnogih vplivnih področjih obtežba onesnaženja padavinskih odtokov višja, kot je vsota obtežb industrijskih, obrtnih ter hišnih odpadnih voda.

7.4 Modificirani mešani sistem

Pri modificiranem mešanem sistemu se na čistilno napravo odvajajo gospodinjne, obrtne in industrijske odpadne vode kakor tudi (nepreprečene) tuje in le močno onesnažene padavinske vode v skupnem, tako imenovanem mešanem kanalu. Zanimljivo, vendar pa manj onesnaženi padavinski dotoki lahko

ponikajo ali se direktno odvajajo v površinske vodotoke. Ta medtem že dobro preizkušeni sistem se uspešno uporablja širom Nemčije. Ta sistem združuje bistvene prednosti mešanega in ločenega sistema. Prednosti so naslednje:

- Ločeno odvajanje malo in močno onesnaženih padavinskih odtokov, kar omogoča zmanjšanje celotne obremenitve vodotokov.
- S pomočjo meteornih kanalov se lahko odvajajo tudi druge malo onesnažene vode, hladilne vode, drenažne vode itd., ki tako ne obremenjujejo čistilnih naprav.

Zaradi zmanjšane hidravlične obtežbe nizvodnega omrežja in čistilne naprave (na podlagi ponikanja in ločenega odvajanja »čistih« odtokov) se modificirani mešani sistem pogosto uporablja pri sanacijah obstoječih mešanih sistemov in pri priključevanju novih zazidalnih območij.

Vendar pa je modificirani mešani sistem izredno zahteven postopek, ki temelji na obsežnih zahtevah:

- tako glede dodatnega obsežnega strokovnega znanja projektanta, njegovih inženirskih zmožnosti, obsežne porabe njegovega časa kakor tudi
- glede obvezne skrbnosti izvedb, strokovne discipline in okoljevarstvene zavednosti vseh uporabnikov.

Izkušnje nadalje kažejo, da je padavinski dotok skozi zračne odprtine pokrovov jaškov sušnih kanalov vse prej kakor zanemarljiv. Pogosto so namreč ti pokrovi nameščeni v najnižjih točkah cestišč oziroma zemljišč in jih zato glede dotočnih količin lahko istovetimo s cestnimi požiralniki.

Pri načrtovanju in dimenzioniranju hidravličnih obremenitev pripadajočih čistilnih naprav se nasprotno slepo izhaja zgolj iz teoretičnih sušnih količin dotokov. Zatorej so v praksi čistilne naprave med padavinskimi obdobji praviloma (zaradi znatno večjih dejanskih dotočnih konic) hidravlično hudo preobremenjene in jim tako prevelik pretok med deževji v vodotoke redno »odplakne« pretežni del lebdeče biomase. Ponovna vzreja te, za čiščenje odpadnih voda neobhodno potrebne količine lebdeče biomase (v biološki stopnji čistilne naprave) zahteva (vsakokrat znova) daljša časovna obdobja biološke rasti in obnove (nekaj dni ali tednov). Med temi relativno pogostimi obdobji je zato delovanje čistilnih naprav nezadostno ali precej omejeno. Slepa izbira ločenega (namesto mešanega) sistema je pri nas pogosto pogojena tudi s

8 • SKLEP

V uvodu evropskih norm DIN-EN 752 (Sistemi za odvajanje odpadnih voda izven zgradb) se jasno opozarja: **»Že sam način opazovanja in reševanja problematike sistemov zbiranja, odvajanja ter čiščenja odpadnih voda zahteva obdelavo posameznih področij načrtovanja (izbira sistema, dimenzioniranje in konstruiranje objektov, izbira dušilk, grabelj, sit itd.) na podlagi strogega upoštevanja medsebojnih odvisnosti. Zatorej se morajo upoštevati tako medsebojne odvisnosti in delovanja med sistemskimi komponentami oziroma delnimi sistemi kakor tudi odvisnosti ter delovanja le-teh na celotni sistem. Zgolj razdrobljena ter medsebojno izolirana opazovanja in obdelave navidezno optimalnih rešitev lahko pri končni skupni oceni sistema povzročajo izredno hude napake kakor tudi drage posledice in hude pomanjkljivosti tako pri delnih kakor tudi na celotnih sistemih.«**

Navkljub tem napotkom in jasnim strokovnim opozorilom pa se slovenska praksa vse

pogosteje izživlja ravno v strogo razdrobljenih rešitvah brez upoštevanja medsebojnih vplivov. Tak tipičen primer je pri nas prevladujoči izbor »moderne«, strokovno slepe uporabe ločenih sistemov ne glede na to, da so dejanski dotoki iz obstoječih hišnih priključkov praviloma na parcelnih mejah že združeni in so se predhodno že v zgradbah medsebojno premešali. Zatorej bi bilo potrebno njihovo naknadno (večkrat gradbeno neizvedljivo) ponovno razvejanje na sušne in padavinske odtokove v privatnih stavbah in zemljiščih, kar bi bilo povezano z ogromnimi gradbenimi stroški.

Poleg tega so se v praksi za boljše izpiranje usedlin na začetnih odsekih sušnih kanalov pogosto (neuradno in nekontrolirano) priključili tudi številni odtoki streh ali cestnih požiralnikov, kar nekontrolirano zvišuje dejanske količine tujih voda kakor tudi hidravlične konice sušnih odtokov.

strokovnim neznanjem in neodgovornostjo, saj sta dimenzioniranje in konstrukcija mešanega sistema z objekti razbremenjevanja (po ATV – A 128 oziroma DWA – A 198) zahtevnejša, saj potrebujeta znatno obsežnejše strokovno znanje, obilo strokovnih izkušenj, predvsem pa več vloženega časa.

Pošteni, neodvisni strokovnjaki starega kova so bili nekdanj pri iskanju tehnološko, ekonomsko ter ekološko optimalnih rešitev odvisni izključno od prejemanja za preživetje zadostnih honorarjev s strani naročnika. Naročnik je lahko projektantu zaupal in je od njega zahteval oziroma pričakoval izključno samo zanj »po meri« izdelano najboljšo tehnološko, ekonomsko ter ekološko rešitev.

Slovenska politika je (ob asistenci IZS in visokošolstva) razvrednotila strokovno umsko delo na raven obrtniškega dela in z razpisi umskih storitev izključno na podlagi najnižje cene slovenski stroki spodnesla eksistenčna tla in jo tako prisilila, da služi dvema ali več gospodarjem. Ker smešno nizki strokovni honorarji ne zadostujejo več za preživetje, mora projektant za preživetje naročniku »vsiliti« (ceneno) robo, ki jo zastopa in zanj prejema ustrezno provizijo (beri: pretežni del honorarja). Pri tem se niti najmanj ne more in ne sme ozirati na zaupanje ali želje naročnika.

Dandanes je namreč v Sloveniji edino merilo le še najnižja cena!! Kakovost strokovnega umskega dela, kakovost ter ekonomičnost delovanja

naprav, strokovna odgovornost, izračun skupnih stroškov itd. so preživeli pojmi ter merila, ki so že zdavnaj potonili v pozabo, in kar je najhujše, izrecno se jih ne sme več upoštevati!! Rezultat tega je popoln propad slovenske projektive, strokovnega šolstva, strokovnega znanja ter izkušenj, saj vsaka kvaliteta zahteva namreč tudi zadostno ceno. Že stari slovenski pregovor pravi: »Za mal' d'narja mal' muz'ke!« Posledice naše nesmiselne strokovne politike se tako vedno izdatneje izražajo v predragih slovenskih avtocestah, »aferah« zaradi slabo opremljenih in delujočih klinik, v nepotrebnih ter škodljivih namestitvi ljubljanskih zadrževalnih bazenov, v slabo delujočih čistilnih napravah itd.

Pri samovšečnem medsebojnem trepljanju ram prebivalci celotne slovenske uradne strokovne zgradbe (pri namerno zaprtih ter zaklenjenih oknih in vratih) sploh ne opažajo, da so nas medtem (tudi južni) sosede po strokovni plati očitno že zdavnaj prehiteli. Naj v razmislek navedem zgolj dva primera:

- Priporočam ogled avtoceste Karlovac–Split. Ob podobnem strokovnem trasiranju poteka in kvalitetni, vendar skrajno racionalni izvedbi slovenskih avtocest bi celo izkupiček naših vinjet več kakor zadostoval.
- Pri nas v zadnjem času skoraj že popolnoma »pozabljeno« organizirano »stročno usavrševanje« (običajno pod okriljem ministrstev, inženirskih zbornic itd.), kot ga poznajo in izvajajo na Hrvaškem, v Bosni

in Srbiji (da ne omenjam naših severnih sosedov), zagotovo ne bi škodovalo slovenskemu gospodarstvu.

S propadanjem našega strokovnega znanja (skoraj že v prostem padu) pa obratno sorazmerno vedno hitreje narašča strah pred strokovno kritiko. Namesto korenitih vizionarskih sprememb, iskanja in podpore strokovnega znanja ter izkušenj, zahtev po dobro delujočih in kvalitetnih napravah se slepo, gluho in vse bolj krčevito oklepamo birokracije, formalizma ter principa »najnižjih cen za vsako ceno«, čeprav je postalo že večini strokovnjakov popolnoma jasno, da si takega razmetavanja finančnih sredstev za slabe, predrage rešitve in nezadostno delujoče objekte že zdavnaj ne moremo več privoščiti.

Poleg nezmožnosti nadaljnjega financiranja investicijskih ter obratovalnih stroškov avtocest se hitro odpirajo še drugi, vedno obsežnejši finančni kraterji, kot so komunalne storitve (voda, čiščenje odpadnih voda, odpadki itd.), zdravstvo (vzdrževanje klinik itd.), okolje (poplave, plazovi itd.) ... Iz te gospodarske katastrofe, ki nas vse hitreje dohaja, nas bi lahko rešili le preobrat miselnosti in odločanja, vizionarski politični pristop in predvsem ponovni zagon strokovnega znanja.

Kakor je rekel Albert Einstein: »Človeška neumnost in vesolje sta neskončna, čeprav o neskončnosti vesolja še nisem popolnoma prepričan!«

9 • ZAHVALA

Prof. dr. ing. habil. H. Brombachu in njegovim sodelavcem se iskreno zahvaljujem za njihove strokovne podatke in slike.

10 • LITERATURA

- ATV e.V., Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik, Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn Berlin.
- Brombach, H., Regenüberlaufbecken im Spiegel der Statistik, Korrespondenz Abwasser, 10/1979.
- Brombach, H., Mehr als 8000 Regenüberlaufbecken in Betrieb!, Korrespondenz Abwasser, 12/1988.
- Brombach, H., Kuhn, G., Häufigkeit und Verteilung der Kanalisationsverfahren in Deutschland, Korrespondenz Abwasser, 8/1992.
- Brombach, H., Abwasserkanalisation und Regenbecken im Spiegel der Statistik, Korrespondenz Abwasser, 4/2002.
- Brombach, H., Abwasserkanalisation und Regenbecken im Spiegel der Statistik; Korrespondenz Abwasser, 11/2006.
- Brombach, H., Wie verschmutzt ist Regenwasser wirklich, Pecher Seminar 2006.
- Brombach, H., Stand und Perspektiven der Regenwasserbehandlung in Deutschland und im Ausland, 6. Regenwassertage in Passau 2007.
- DWA e.V.: ATV – A 128: Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen; april 1992.
- DWA e.V., ATV – DVWK – A 198, Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen, april 2003.
- Imhoff, K. und K. R., Taschenbuch der Stadtentwässerung, Oldenbourg Verlag München.
- Maleiner, F.: Ločeni ali mešani sistem kanalizacije; odvajanje, čiščenje ter odstranitev padavinskih voda; 4. strokovni seminar, 25. 10. 2000.
- Maleiner, F., Razbremenilni objekti v kanalizacijskih omrežjih, 9. strokovni seminar, 12. 3. 2003.
- Maleiner, F., Nemški predpis o honorarjih za storitve arhitektov ter inženirjev (HOAI), Gradbeni vestnik, marec 2006.
- Maleiner, F., Problematika tujih voda, Gradbeni vestnik, julij 2009.
- Weiß, G., Brombach, H., Kritische Bewertung der Immissionsbelastung der Gewässer durch Regenwassereinführungen, 37. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft, 24.–26. 3. 2004.