

# URAVNAVANJE ODTOKOV RAZBREMENILNIH NAPRAV

## FLOW CONTROL AT STORMWATER OVERFLOWS AND STORMWATER TANKS

**Franc Maleiner univ. dipl. kom. inž.**

Sojerjeva 43, 1000 Ljubljana  
E-pošta: franc.maleiner@t-2.net

**Strokovni članek**

UDK: 628.2

**Povzetek** | Z razbremenilnimi napravami na podlagi hidravličnih zakonov uravnava pretoke v kanalizacijskih omrežjih mešanega sistema. Natančnost tega uravnavanja pretokov in s tem pravilno delovanje kanalizacijskih omrežij in pripadajočih čistilnih naprav sta odvisna od pravih hidravličnih računov, upoštevanja terenskih in hidroloških okoliščin, pravih dimenzioniranja ter konstrukcije objektov kakor tudi od pravih izbir dušilk, in sicer glede upoštevanja njihovih hidravličnih zmogljivosti in pravih območij delovanja.

**Summary** | Based on the rules of hydrodynamics the stormwater overflows and the stormwater tanks are used in combined sewer systems to regulate the sewage flows. The performance and the conditions for their application depend on their right dimensioning and design considering local and hydraulic circumstances as well as right selection of flow controllers.

### 1 • UVOD

V mešanem sistemu kanalizacij sta velika reda količin sušnih ali kritičnih pretokov običajno za eno, dve ali celo tri decimalna mesta manjša od znatno redkeje nastopajočih maksimalnih količin mešanih padavinskih pretokov. Odvajanje in čiščenje količinskih konic mešanih pretokov na čistilnih napravah bi bilo tako tehnološko kakor tudi ekonomsko nevzdržno, zato se skušajo ti (pre)visoki pretoki predhodno na ustreznih mestih mešanega sistema kanalizacijskega omrežja razbremeniti v vodotoke in se tako na čistilne naprave odvajajo znatno manjše, zgolj zadostno onesnažene količine odpadnih voda. Razbremenjevanje se vrši s pomočjo pravih dimenzioniranih ter konstruiranih razbremenilnih naprav. Hidravlični iterativni računi za razbremenilne naprave morajo obsegati ter dokazati dejansko količinsko in energijsko bilanco vseh dotokov ter odtokov za ekstremne konkretne okoliščine (ob upoštevanju ustreznih gladine visokih voda vodotoka, morebitnega

nepopolnega prelijanja ali delnega polnjenja dušilk, zajezenega odtoka dušilk itd.). Glede na količino odtoka v smeri čistilnih naprav ločimo po nemških DWA-smernicah ATV – A 128 dva glavna načina razbremenjevanja, in sicer s pomočjo:

- **razbremenilnikov (RÜ)** za dušene odtoke ( $Q_{ab}$ ), ki so  $\geq$  od kritičnega odtoka ( $Q_{krit}$ ), torej:

$$Q_{ab} \geq Q_{krit}$$

ter

- **razbremenilnih bazenov (RÜB)** za dušene odtoke ( $Q_{ab}$ ), ki so manjši od kritičnega odtoka ( $Q_{krit}$ ) in so  $\geq$  od dvojnega sušnega odtoka ( $Q_{2t} = 2 Q_s + Q_f$ ), torej:

$$Q_{krit} > Q_{ab} \geq Q_{2t}$$

Praviloma razbremenilne naprave sestojijo iz dotočnih kanalov, prelivnih robov, pretočnih bazenov, dušilk ter razbremenilnih kanalov z iztoki v vodotoke. Hidravlični račun razbreme-

nilnih naprav se mora torej medsebojno iterativno uskladiti na podlagi delnih hidravličnih računov (računa prelivne višine, računa dušilke, računa razbremenilnega kanala z upoštevanjem gladin vodotoka itd.). Razbremenilnike in razbremenilne bazene običajno dimenzioniramo na dogledni razvoj naselij s tem, da se kasneje lahko po potrebi količinsko priredijo tudi eventualnim povečanim ali zmanjšanim odtokom na čistilno napravo. Upoštevati moramo namreč, da se v toku desetletij (amortizacijska doba kanalizacijskega omrežja znaša praviloma vsaj 50 let) ne spreminja samo velikost vplivnih površin, temveč se lahko spremeni tudi njihova namembnost, stopnja njihove utrjenosti in s tem propustnosti površin, običajno pa se poleg tega spreminjajo tudi možnosti zadrževanja ali ponikanja odtokov itd. Zato se zaradi morebitne kasnejše sanacije, rekonstrukcije ali razširitve teh razbremenilnih naprav pri načrtovanju razbremenilnikov priporoča rezervacija ustreznih gradbenih površin v njihovi neposredni bližini kakor tudi upoštevanje zadostnih konstrukcijskih višinskih razlik v podolžnih profilih naprav za ustrezno naknadno vgradnjo ali sanacijo objektov.

Z ozirom na vzdrževalne ter obratovalne stroške naj bo število razbremenilnikov in razbremenilnih naprav minimalno, vendar pa še zadostno glede na potrebe in ekonomsko gradnjo omrežja. Optimalno število ter razmestitev vseh teh razbremenilnih naprav je v glavnem odvisno od terenskih okoliščin. Predvsem pa morajo biti take naprave pravilno nameščene za optimalno delitev močno onesnaženih od malo onesnaženih odtokov ter s tem omogočati optimalno ekološko zaščito vodotokov.

Da se razbremenilniki lahko hidravlično pravilno oblikujejo, morajo znašati preostali kritični odtoki razbremenilnikov vsaj 50 l/s (ATV – A 128), pri čemer naj znaša pretočna hitrost sušnega odtoka (pri delnem polnjenju cevne dušilke) vsaj 0,80 m/s.

Neposredni stranski dotoki v razbremenilne objekte so nedopustni. Pred razbremenilniki se morajo namestiti zadostno dolgi odseki kanalov za hidravlično »umiritev« dotoka (pri  $Q_{krit}$  ali  $Q_0$  najmanj  $20 d_0$  ali  $20 H_0$  s  $Fr_0 = 0,75$ ), da se v razbremenilnih napravah doseže še hidravlično obvladljiv laminarni tok, saj namreč turbulentnega ter deročega toka računsko nihče ne obvlada.

Po evropskih normah EN 752 oziroma nemških smernicah ATV – A 118 se v javnih kanalizacijskih omrežjih pri odtoku s prosto gladino predpisujejo minimalni prerezi odtočnih cevi za sušne kanale z DN 250 mm ter za mešane kanale z DN 300 mm. V utemeljenih primerih (na primer pri dušilkah ali pri minimalnih odtokih na podeželju) se lahko izjemoma uporabijo tudi manjši premeri cevi, vendar naj zaradi nevarnosti mašitev premeri teh cevi znašajo  $\geq$  DN 200 mm.

Cevne dušilke (z minimalnim premerom DN 200 mm) se smejo (po ATV – A 118) uporabljati izključno le za razbremenilnike (RÜ), nikakor pa se ne smejo uporabljati za dušenje odtokov iz razbremenilnih bazenov (RÜB).

Na prelivih naj se vgradijo tudi ustrezni pripomočki (potopne stene, grablje, sita itd.) za zadrževanje kosovnih plavajočih snovi (plastike, papirja itd.).

Prelivni robovi se nameščajo višinsko iznad gladin visokih voda vodotokov. Praviloma se zahteva zaščita pred preplavitvijo prelivnega roba pri desetletnih visokih vodah (ATV – A128). Ker je statistična verjetnost hkratnega nastopanja desetletnih visokih voda (v vodotoku) in računskega naliva (v omrežju) zelo majhna, se lahko z ozirom na nemške ugotovitve (»Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee: Regentlastungen, Bemessung und Gestaltung; Bericht Nr. 14; 1973«) pri višinskem nameščanju prelivov izvedeta variantna hidravlična računa tlačne linije razbremenilnega kanala, in sicer:

- \* pri maksimalnem odtoku računskega naliva v omrežju ter pri tretjini količinskega pretoka visoke vode v vodotoku ter obratno;
- \* pri tretjini količinskega pretoka računskega naliva v omrežju ter pri zahtevani maksimalni gladini visoke vode.

Prelivni rob se tako namesti na maksimalno višinsko koto iz obeh računov. Nižje nameščeni prelivni pa se morajo še dodatno zaščititi pred vdorom visokih voda v omrežje (na primer s povratnimi loputami itd.).

Hidravlična pretočna zmogljivost razbremenilnega kanala se vedno dimenzionira na podlagi največjega možnega dotoka na razbremenilnik ali na razbremenilno napravo.

Nepravilno konstruirani in izvedeni iztoki razbremenilnih kanalov povzročajo v vodotokih tako imenovani »hidravlični stres«. Poleg morebitne erozije dna in brežin vodotokov povzročajo namreč prepogoste, prevelike in sunkovite razbremenilne količine tudi odplavitve lokalne biologije (flore in favne), ki se zaradi takih prepogostih hidravličnih sunkov le težko obdrži v strugah v neposredni bližini teh iztokov ali pa ji je onemogočena njena ponovna povrnitev in naselitev na takih »hidravlično stresnih« območjih vodotoka.

Konstruksijsko mora biti razbremenilnik izveden tako, da se prelivanje preko prelivnega roba razbremenilnika lahko prične šele po prekoračenju računskega odtoka ( $Q_{krit}$ ) oziroma po prekoračenju računskega dušenega odtoka ( $Q_{ob}$ ) iz polnega razbremenilnega bazena.

Zaradi vtočnih hidravličnih izgub dušilke naj konstrukcijska višinska razlika med dnomo do točne in odtočne cevi v razbremenilniku znaša vsaj 10 cm. Poleg tega pri odtoku  $Q_{ob} = Q_{z1}$  dušilka še ne sme povzročati prekomerne vzdodne zajezivitve v dotoku ali v bazenu. Zaradi preprečitev takih nedopustnih stalnih zajezitev se po potrebi pred ustjem dušilke lahko namesti tudi ustrezna, hidravlično ugodno oblikovana poglobitev. Taka konstrukcijska poglobitev prepreči tudi mašitve ter odlaganje usedlin pred ustjem dušilke.

V skladu z zahtevami proizvajalcev je za vgradnjo izbranih vrst dušilk treba predvideti tudi ustrezne konstrukcijske višinske razlike v podolžnem prerezu objektov.

V primeru predvidene kasnejše naknadne vgradnje bazenov (RÜB) na zato rezerviranih površinah, je ravno tako treba upoštevati ter predvideti tudi zadostno konstrukcijsko višino za namestitve teh bazenov.

## 2 • PRELIVNI ROB

Običajno se predvidi popolni preliv preko trdnega enostranskega ostrorobega ali polkrožnega zaobljenega prelivnega roba.

Višina prelivnega roba se določa tako glede na gladino ustreznih visokih voda v vodotoku kakor tudi glede na dopustno višino tlačne črte vzdvodno od razbremenilnikov in s tem maksimalno mogočo (neškodljivo) zajezitevno višino na kanalizacijsko omrežje priključenih hišnih priključkov.

Na podlagi teh podatkov izračunamo (po ATV – A 111) maksimalno prelivno višino na podlagi Polenijeve enačbe:

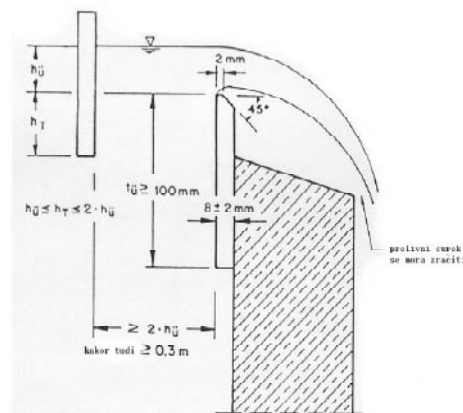
$$Q_{\bar{u}} = \frac{2}{3} \mu c L_{\bar{u}} \sqrt{2g} h_{\bar{u}}^{\frac{3}{2}} \quad (1)$$

Prelivna višina znaša torej:

$$h_{\bar{u}} = \left( \frac{3Q_{\bar{u}}}{2\mu c L_{\bar{u}} \sqrt{2g}} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (2)$$

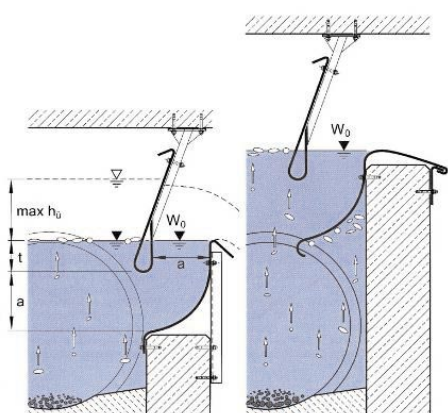
pri tem pomenijo:

- \*  $h_{\bar{u}}$  prelivna višina m
- \*  $Q_{\bar{u}}$  prelivna količina  $m^3/s$
- \*  $\mu$  prelivni koeficient -



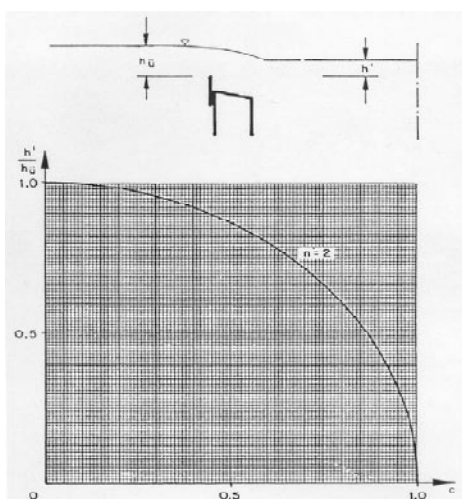
Slika 1 • Ostrorobi preliv

- \* c faktor nepopolnega preliva -
- \*  $L_0$  dolžina prelivnega roba m
- \* g zemeljski pospešek 9,81 m/s<sup>2</sup>



Slika 2 • Namestitve montažnih potopnih sten UFT iznad oziroma izpred prelivnega roba

S prelivnim koeficientom ( $\mu$ ) se upošteva oblika preliva. Pri ostrorobem prelivu (ki ga na splošno priporočajo smernice zaradi morebitnega kasnejšega naknadnega prirejanja višine) se uporabi vrednost  $\mu = 0,62$ , medtem ko se za druge oblike (brez posebnih dokazov) uporablja vrednost  $\mu = 0,50$ .



Slika 3 • Diagram za ugotovitev faktorja c- pri hidravlično nepopolnem ostrorobem prelivu

Vpliv popolnega oziroma hidravlično nepopolnega preliva se upošteva s faktorjem nepopolnega preliva ( $c$ ). Pri popolnem prelivu znaša  $c = 1$ , medtem ko se pri nepopolnem prelivu (glej sliko 3) prevzamejo odgovarjajoče vrednosti tega faktorja po enačbi:

$$c = \sqrt{1 - (h'/h_0)^n} \quad (3)$$

kjer znaša:

- za ostrorobe preliva:  $n = 2$
- za zaoblene preliva:  $n = 3$
- za širokokronske preliva:  $n = 4$

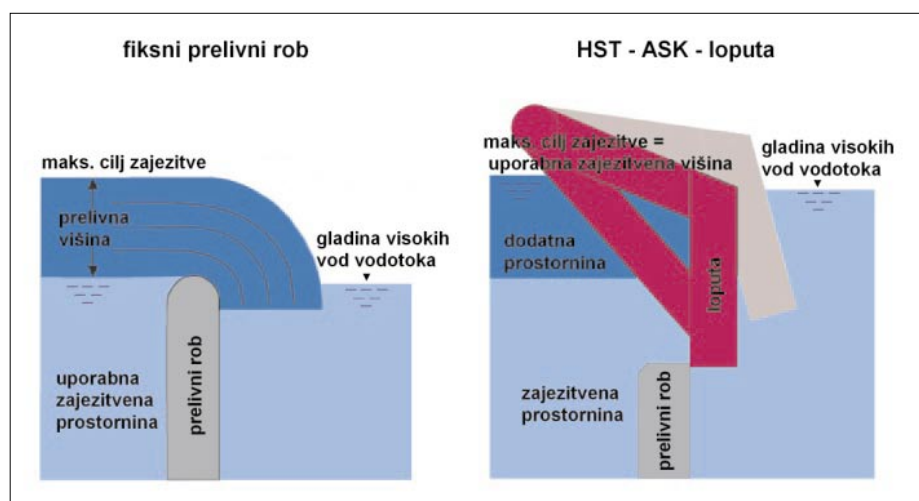
Posledice odtočnih okoliščin v dotočnem in razbremenilnem kanalu je treba dokazati in dokazati s hidravličnimi računi v smislu ATV – DVWK – A 110, da se tako prepreči neželena vzdolna zajezitev kletnih prostorov pri nepopolnem prelivu.

Hidravličnih vplivov ter posledic potopnih sten ni treba raziskati in dokazovati, v kolikor je potopna stena oddaljena od prelivnega roba za vsaj dvakratno maksimalno prelivno višino

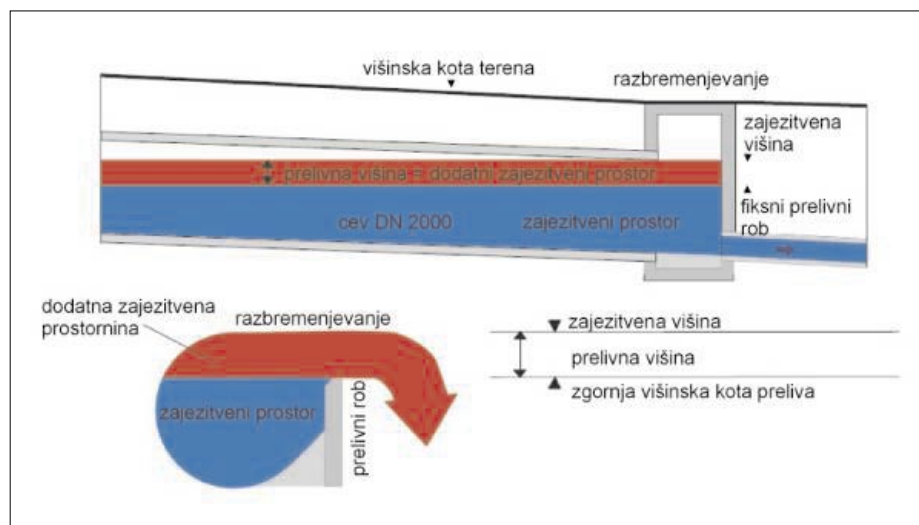
( $\geq 2 h_0$ ) oziroma znašata  $a \geq 0,30$  m in potopna globina med  $h_0$  in  $2 h_0$ .

Uporabna zajezitvena prostornina razbremenilnih bazenov se izračunava na podlagi višinskih kot vzvodnega bazenskega preliva (BÜ) ali na koncu bazena nameščenega čistilnega preliva (KÜ). **Dejanska računaska uporabna globina (ter s tem uporabna prostornina) bazenov se izračunava zgolj na podlagi najnižje višinske nameščenega prelivnega roba.**

Kakor je razvidno iz slik 4 in 5, je mogoče z uporabo lopute s plovcem HST-ASK (poleg znatno krajšega prelivnega objekta ter dodatne zaščite pred vdorom visokih voda v omrežje) doseči pri istem maksimalnem cilju zajezitve tudi znatno zvečanje zadrževalne prostornine kanalizacijskega omrežja (v smislu ATV – A 128).



Slika 4 • Zvečanje uporabne zajezitvene prostornine pri istem maksimalnem cilju zajezitve s pomočjo lopute s plovcem HST-ASK (ob hkratni višji gladini visokih voda)



Slika 5 • Rdeče obarvana »podarjena« uporabna zajezitvena prostornina v primeru, da se ne namesti lopute s plovcem HST-ASK

Prelivne višine iznad fiksnih prelivov (glej sliko 4 levo) se ne smejo upoštevati pri računu dejanske uporabne globine zadrževalne prostornine. Z namestitvijo lopute s plovcem HST-ASK (glej 4 desno) pa se omogoči uporaba tega dodatnega zajezičnega prostora (do višine posebnega, znatno višjeležečega prelivnega roba za aktiviranje plovca), saj (na skupno os lopute pritrjeni) plovec dovoljuje odpiranje lopute HST-ASK le v ozkem

območju prelivne višine preлива za plovec (običajno  $\Delta h \leq 0,05$  m). S tako namestitvijo lopute se lahko torej računsko globina zajezičvenih prostornin (brez dodatnih gradbenih posegov) poveča običajno za okoli 0,60 m (glej sliko 5).

Vrednost te dodatne zajezičvene prostornine (ki jo pridobimo zgolj z zajezičljivo obstoječih prostornin in tako ne povzroča dodatnih gradbenih stroškov) večinoma znatno presega

naložbene stroške dobave in vgradnje lopute HST-ASK. Hkrati pa taka loputa znatno poveča tudi varnost pred vdorom visokih voda v omrežje.

Mimogrede: S tako loputo HS-ASK se (zaradi nevarnosti zdrsa nestabilnih brežin jezera) že desetletja uravnava odток in tako omejuje nihanje gladine Velenjskega jezera na skoraj konstantno višino.

### 3 • RAZBREMENILNI KANAL

Splošno je znano, da se mora hidravlični račun pretočnih zmogljivosti kanalizacijskih cevi vršiti v skladu z zahtevami smernic ATV – A 110, torej na podlagi Prandtl-Colebrookove enačbe:

$$Q = A \left[ -21g \left( \frac{2,51\nu}{D\sqrt{2gJD}} + \frac{k}{3,71D} \right) \right] \sqrt{2gJD}$$

[m<sup>3</sup>/s] (4)

Q pretočna zmogljivost v m<sup>3</sup>/s

A pretočni presek v m<sup>2</sup>

$\nu$  kinematična viskoznost (za odpadne vode znaša  $\nu = 1,31 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s)

D premer cevi v m

J podolžni padec cevi

k koeficient trenja, pri čemer jemljemo:

$k_b = 0,25$  mm za dušilke, sifone, tlačne cevi in cevi brez jaškov

$k_b = 0,50$  mm za transportne kanale z jaški

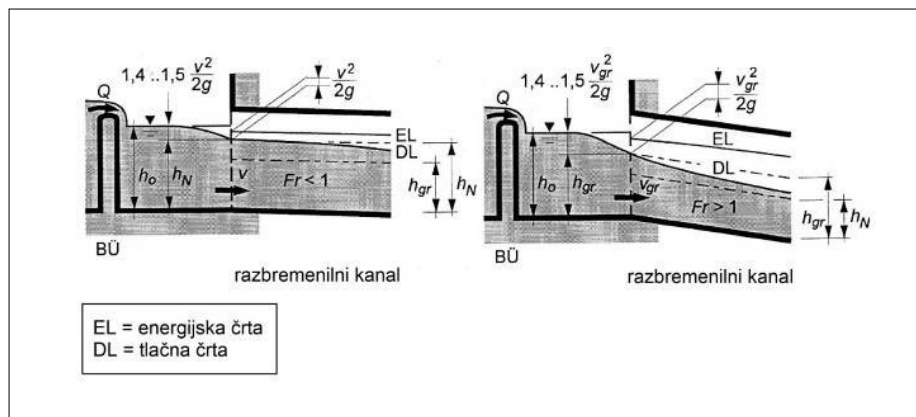
$k_b =$  od 0,75 mm do 1,50 mm za zbirne kanale z jaški

Zaradi zelo pomanjkljivega znanja in neobvladavanja hidravlike (še posebno v preteklih dveh desetletjih) pri revizijah slovenskih projektnih dokumentacij redno naletimo na manjkajoče, zelo pomanjkljive ali celo napačne hidravlične račune razbremenilnih naprav.

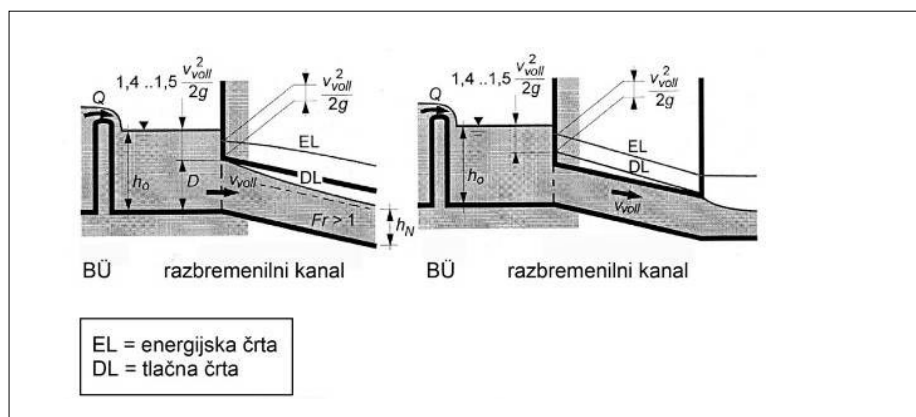
Pri računih razbremenilnih naprav slovenski projektanti redno »pozabljajo« na hidravlične vplive razbremenilnega kanala ter na gladine visokih voda pripadajočih vodotokov in tako »spregledajo« povzročanje nepopolnih prelivov (glej slike 6, 7 in 8) z vsemi škodljivimi hidravličnimi posledicami (zajezičev kletnih prostorov, večji dušeni odtok itd.).

V teh skrajno pomanjkljivih računih razbremenilnih naprav se praviloma podatki o visokih vodah sploh ne navajajo, kaj šele upoštevajo, čeprav smernice ATV – A 128 in ATV – A 166 izrecno zahtevajo računske dokaze na podlagi upoštevanja gladin desetiških visokih voda. Pri nas se torej vrši višinsko nameščanje prelivnih robov razbremenilnikov (RÜ) ter bazenskih prelivov (BÜ, KÜ) preprosto le »po občutku« in brez upoštevanja dejanskih gladin visokih voda vodotokov, torej je razumljivo, da taki razbremenilniki in razbremenilne naprave ne morejo delovati pravilno.

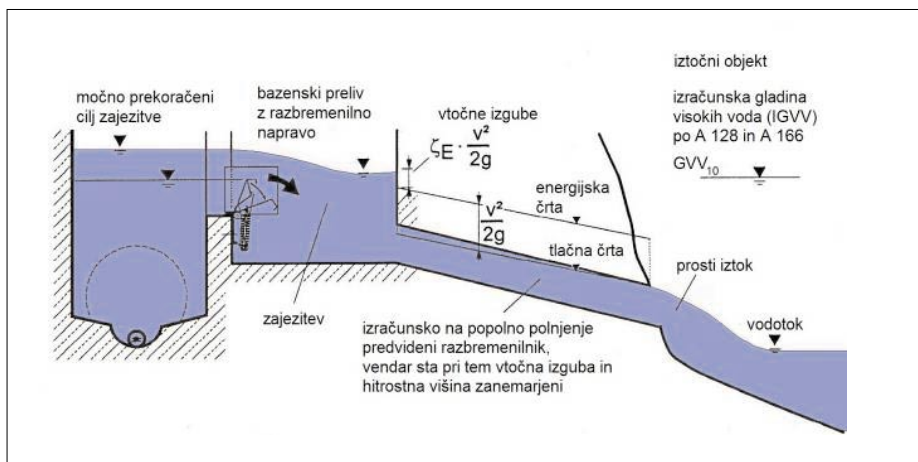
Račun energijske linije in s tem gladine vode pred vtokom v razbremenilni kanal je izredno pomemben, saj le tako lahko ugotovimo, ali nastopa popolni ali nepopolni hidravlični preliv. Pri tem se morajo upoštevati vse hidravlične izgube zaradi spreminjanja smeri toka, spreminjanja hitrosti pretoka, trenja cevi, neugodne geometrije objektov, hidravlične izgube povratnih loput, gladine vodotoka itd. Tako pri popolnem kakor tudi nepopolnem hidravličnem prelivu se morajo obvezno preveriti vse posledice povzročene vzdolžne zajezičve kanalizacijskega omrežja (zaradi prelivne višine oziroma vpliva gladin visokih voda vodotoka).



Slika 6 • Hidravlične razmere v položnem ter strmem razbremenilnem kanalu s prosto gladino



Slika 7 • Razbremenilni kanal z nestabilno in stabilno mejno globino



Slika 8 • Vpliv gladine visokih voda na račun (nepopolnega) preliva

Medtem ko pri dušilkah nameravamo doseči kar se da visoke hidravlične izgube, skušamo pri razbremenilnem kanalu ravno nasprotno odvesti vodne količine s čim manjšimi hidravličnimi izgubami.

Če niso potrebni natančni računi posameznih koeficientov oziroma vtočnih izgub razbremenilnega kanala, se lahko pri hidravličnih računih pavšalno prevzamejo naslednje skupne izgube:

\* za izrazito lijakasto obliko vtoka cevi, poševni kot odtoka ter zadostni naklon cevi:  $\xi_{skup} = 0,75$

\* za toporobno obliko vtoka cevi, poševni kot odtoka ter zadostni naklon cevi:  $\xi_{skup} = 1,00$

\* za toporobno obliko vtoka cevi, pravokotni ali paralelni odtok ter zadostni naklon cevi:  $\xi_{skup} = 1,25$

\* za toporobno obliko vtoka cevi, pravokotni ali paralelni odtok ter mali naklon cevi:  $\xi_{skup} = 1,50$

\* za ostrorobno obliko vtoka cevi, pravokotni ali paralelni odtok ter malenkostni naklon cevi:  $\xi_{skup} = 1,75$

S temi vrednostmi izračunamo zajezišveno višino pred ustjem cevi po naslednji enačbi:

$$t_u = t_{ek} + \xi_{skup} \times \frac{v_{EK}^2}{2g}, \quad (5)$$

kjer pomenijo:

$t_u$  zajezišvena višina  
 $t_{ek}$  delno polnjenje cevi  
 $\xi_{skup}$  skupni koeficient izgub  
 $v_{EK}$  odtočna hitrost v cevi

Če izračunana zajezišvena višina  $t_u$  presega višinsko koto prelivnega roba, je preliv nepopoln. Hidravlični račun prelivne višine se mora ponoviti z upoštevanjem ustreznega faktorja -c- (v smislu enačbe 3).

Vdor visokih voda vodotoka preko nižje ležečih prelivov lahko preprečimo tudi z namestitvijo ustreznih povratnih loput, vendar moramo pri tem upoštevati njihov hidravlični upor pretoka.

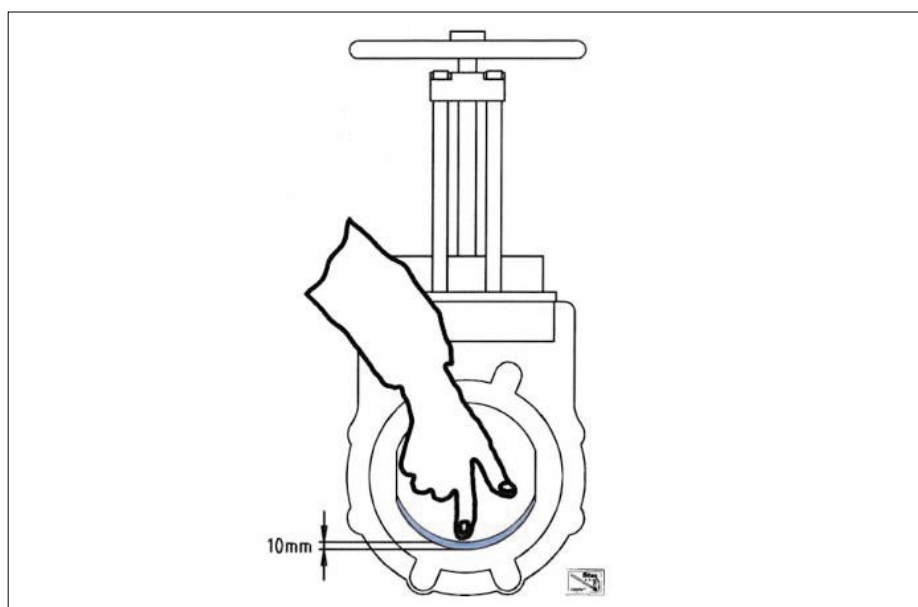
Vsekakor je neobhodno potrebno tudi pravilno konstrukcijsko izoblikovanje iztoka razbremenilnega kanala, da preprečimo oziroma ustrezno omilimo posledice »hidravličnega stresa« vodotoka.

## 4 • DUŠILKE

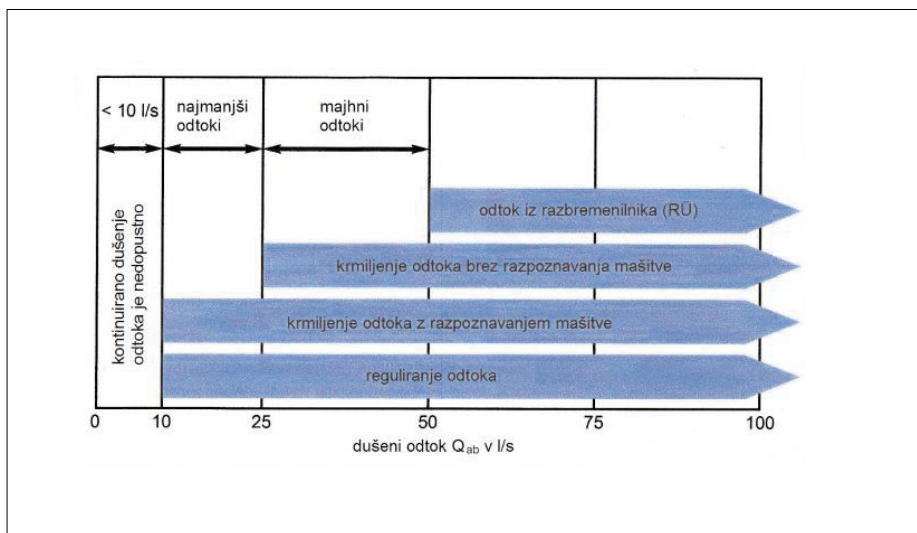
Izbira pravilne dušilke je izredno zahtevna in težavna, saj imajo posamezne vrste dušilk različne specifične prednosti ter pomanjkljivosti, ki jih je treba uskladiti z nalogami, ki jih mora dušilka opravljati v določenem primeru. Ravno tako ne smemo načrtovati dušilk izolirano, saj so le-te bistveni sestavni del celotne naprave. Vpliva in posledic delovanja dušilk ne zaznavamo samo nizvodno (zaradi omejitve količine), temveč predvsem vzvodno, saj se zaradi povzročenih zajezištev (preplavitev kleti) in zmanjšanja vlečne sile v dotoku lahko prekomerno izločajo usedline, poleg tega pa je odtočna količina dušilke v obratnem sorazmerju s potrebno zajezišveno prostornino pretočnih bazenov (ATV – A 128).

Z zmanjševanjem pretočnih presekov dušilk se torej obratno sorazmerno večja tudi nevarnost mašitve dušilk.

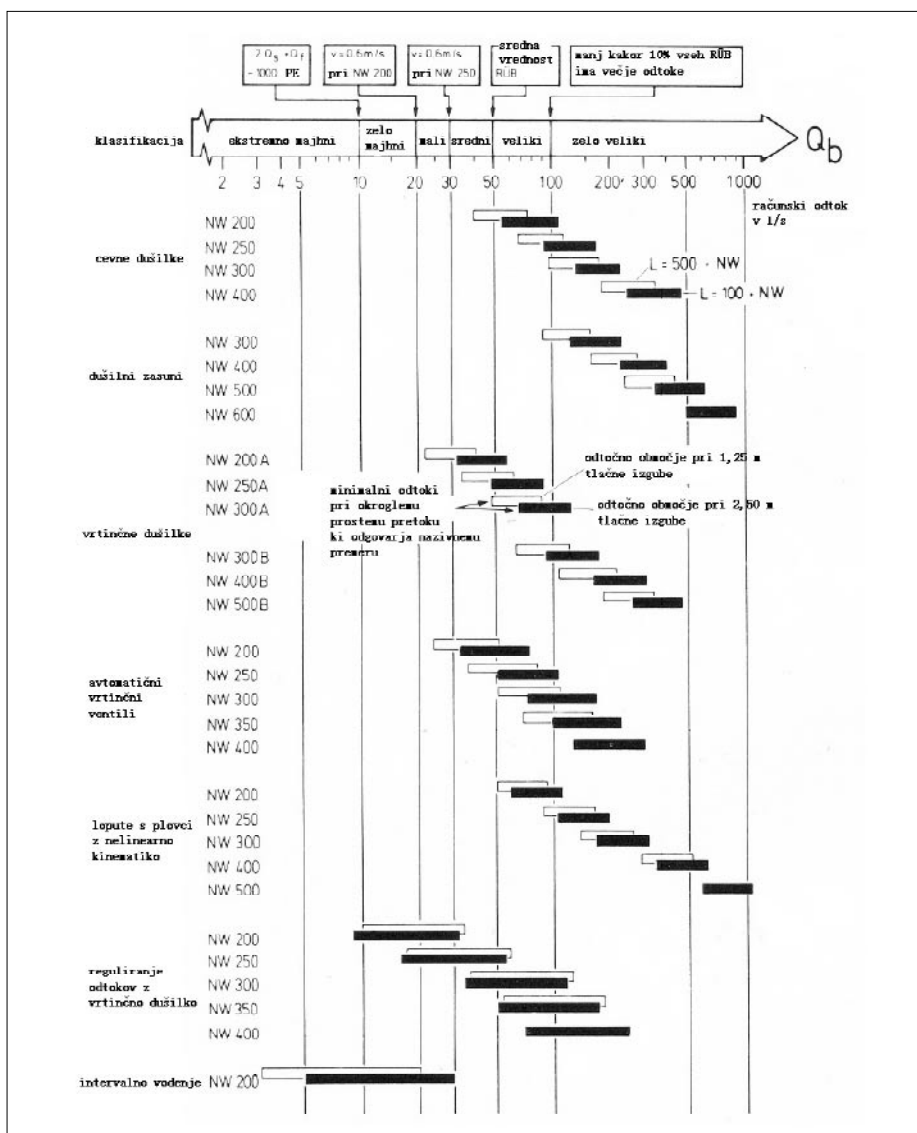
Na sliki 9 je kot primer prikazan pretočni prerez pri dušenju odtoka s pomočjo zasuna DN 200



Slika 9 • Dušenje odtoka s pomočjo zasuna DN 200



Slika 10 • Definicija dušenih odtokov ter dopustnih delovnih območij dušilk po ATV – A 111



Slika 11 • Delovna območja nekaj različnih vrst dušilk (po Brombachu)

200. Za račun površine pretočnega prereza uporabljamo namreč Torricellijevo formulo:

$$Q = A \mu \sqrt{2gh} \quad (6)$$

Pri predpostavljani običajni povprečni 2,5-metrski zaježitvi razbremenilnega bazena, koeficientu  $\mu = 0,7$  in pri predpostavljenem (nedopustnem) dušenem odtoku velikosti 10 l/s bi znašala potrebna maksimalna višina odprte reže zgolj 10 mm, saj bi površina prostega pretočnega prereza znašala samo 20 cm<sup>2</sup>, kar odgovarja površini pokrova škatlice vžigalic. Pri pretoku velikosti 25 l/s bi se (pod istimi pogoji) pretočna površina zvečala na okoli 50 cm<sup>2</sup> ter bi se maksimalna višina odprte reže zvečala le nekaj manj kakor 20 mm.

S slike 9 je torej jasno razvidno, da bodo kosovne sestavine odpadnih voda to ozko režo zamašile že v najkrajšem času. Kontinuirano dušenje odtokov izpod 10 l/s je zato nedopustno.

Zahteva ATV – A 111, ki dopušča za cevne dušilke in za fiksno nastavljene zasune (brez regulacije) le minimalne pretoke  $\geq 50$  l/s, je torej še kako upravičena.

Popolnoma jasne so tudi zahteve smernic ATV – A 111, ATV – A 166 ter ATV – DVWK – M 176, ki predpisujejo za dušenje najmanjših odtokov (od 10 l/s do 25 l/s) iz razbremenilnih in zadrževalnih bazenov uporabo izključno le pravih regulatorjev pretokov. Pravi regulatorji odtokov (DIN 19226) so sistemi s preverjanjem pretoka, ki na podlagi reguliranega odtoka za regulatorjem samodejno razpoznajo in odpravijo morebitne mašitve. Navkljub temu pa obratovalno tveganje tudi pri teh regulatorjih ni ravno majhno.

Nekoliko večji dušeni odtoki med 25 l/s in 50 l/s se lahko na podlagi okoliščin dotoka krmilijo na različne načine z različnimi vrstami dušilk. Vrtnične dušilke ter vrtnični ventili razpolagajo s prostimi pretoki krogle premera  $\geq 200$  mm, medtem ko hidromehanske dušilke delujejo običajno s prerezi med 50 in 100 cm<sup>2</sup>. Zato sta pri hidromehanskih dušilkah še kako potrebna redni nadzor ter redno vzdrževanje.

| vrsta dušilke                            | primernost za  |                                      |   |                  |                      | razbremenilnike (RŮ)    |       | bazene za čiščenje deževnice (RKB)  |                 |
|--|----------------|--------------------------------------|---|------------------|----------------------|-------------------------|-------|-------------------------------------|-----------------|
|  | natančnost v % | območje nastavitve $Q_{max}/Q_{min}$ | dopustno razmerje odtokov $Q_t/Q_b^{(5)}$ | merjenje pretoka | daljinsko krmiljenje | odtoki $Q_{krit}$ v l/s |       | zaježitvena prostornina $V$ v $m^3$ |                 |
|  |                |                                      |   |                  |                      | < 100                   | > 100 | < 200                               | > 200           |
| cevne dušilke                            | - ± 15         | 1                                    | < 0,3                                     | —                | - <sup>2)</sup>      | ++                      | +     | +                                   | -               |
| zasuni                                   | ± 10           | 1,80                                 | < 0,3                                     | -                | -                    | +                       | ++    | ++                                  | +++             |
| vrtnične dušilke                         | ± 3            | 1,85                                 | < 0,3                                     | ++               | ++                   | +++                     | ++    | +++                                 | ++              |
| avtom. vrtnični ventili                  | ± 5            | 1,85                                 | < 0,5                                     | +                | ++                   | ++                      | +++   | - <sup>3)</sup>                     | - <sup>3)</sup> |
| lopute s plovci in nelinearno kinematiko | ± 5            | 1,85                                 | < 0,6                                     | +                | +                    | -                       | +     | -                                   | -               |
| regulacija odtoka z vrtničnimi dušilkami | ± 5/10         | 2,50                                 | < 0,7                                     | +++              | +++                  | -                       | -     | -                                   | -               |
| intervalno krmiljenje                    | - ± 5          | - 5 <sup>1)</sup>                    | < 0,7                                     | -                | +++                  | -                       | -     | -                                   | -               |

| vrsta dušilke                            | primernost za  |  |   |                  |                      | razbremenilne bazene (RŮB)          |         |      |   |     |     |     |
|--|----------------|--|---|------------------|----------------------|-------------------------------------|---------|------|---|-----|-----|-----|
|  | natančnost v % | nastavitveno območje $Q_{max}/Q_{min}$ | dopustno razmerje odtokov $Q_t/Q_b^{(5)}$ | merjenje pretoka | daljinsko krmiljenje | zaježitvena prostornina $V$ v $m^3$ |         |      | čas praznjenja $t = \frac{V}{(Q_b - Q_t) \cdot 3600}$ v h |     |     |     |
|  |                |  |   |                  |                      | <100                                | 100-400 | >400 | <1  | 1-2 | 2-4 | >4  |
| cevne dušilke                            | - ± 15         | 1                                      | < 0,3                                     | —                | - <sup>2)</sup>      | -                                   | -       | -    | ++  | +   | -   | -   |
| zasuni                                   | ± 10           | 1,80                                   | < 0,3                                     | -                | -                    | ++                                  | +       | +    | +++   | ++  | +   | -   |
| vrtnične dušilke                         | ± 3            | 1,85                                   | < 0,3                                     | ++               | ++                   | ++ <sup>4)</sup>                    | +       | -    | +++   | ++  | +   | +   |
| avtom. vrtnični ventili                  | ± 5            | 1,85                                   | < 0,5                                     | +                | ++                   | ++ <sup>4)</sup>                    | +++     | ++   | ++  | +++ | +++ | +   |
| lopute s plovci in nelinearno kinematiko | ± 5            | 1,85                                   | < 0,6                                     | +                | +                    | +                                   | ++      | +++  | +   | ++  | +++ | ++  |
| regulacija odtoka z vrtničnimi dušilkami | ± 5/10         | 2,50                                   | < 0,7                                     | +++              | +++                  | +                                   | ++      | +++  | -   | +   | ++  | +++ |
| intervalno krmiljenje                    | - ± 5          | - 5 <sup>1)</sup>                      | < 0,7                                     | -                | +++                  | ++                                  | +       | -    | ++  | +   | -   | -   |

## Primernostni ključ:

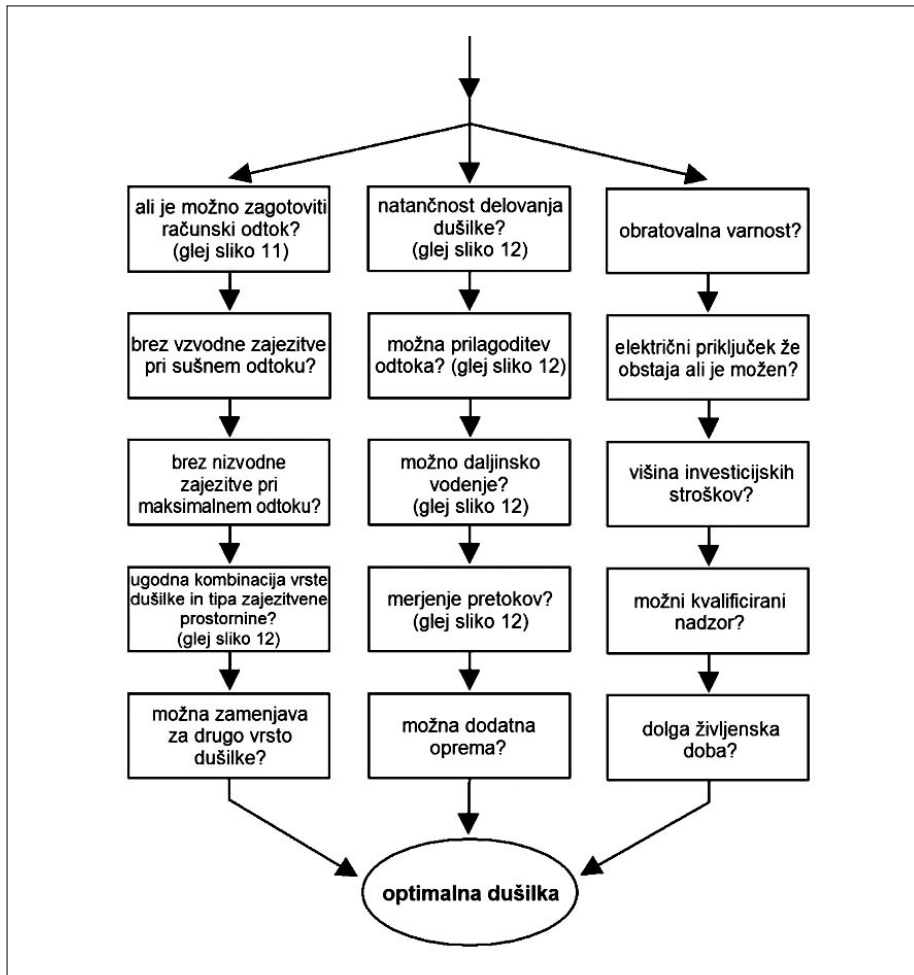
- izogibati se uporabi
- uporabno pod določenimi pogoji
- uporabno
- + primerno
- ++ dobro uporabno
- +++ zelo uporabno

## Legenda:

- <sup>1)</sup> omejitev je povzročena zaradi dopustnega časa zadrževanja v vmesni zadrževalni prostornini
- <sup>2)</sup> ni mogoče brez namestitve dodatnega zasuna
- <sup>3)</sup> pri stalni zaježitvi, brez stalne zaježitve; treba se je izogibati vrtničnim ventilom
- <sup>4)</sup> pri zaježitvenih prostorninah s slabim samočiščenjem ima prednost vrtnični ventil
- <sup>5)</sup> veljavno v zvezi s povprečnimi višinskimi okoliščinami

Slika 12 • Primernost nekaj različnih vrst dušilk (po Brombachu)

Na pravilno ter optimalno izbiro dušilk vplivajo naslednji kriteriji:



Slika 13 • Kriteriji izbire dušilk (po Brombachu)

Pri hidravličnih računih dušilk se pogosto »spregleda« tudi nizvodna zaježitve iztočnega ustja dušilk. S slike 14 je razvidna posledična sprememba naklona energijske črte in s tem pretočne zmogljivosti cevne dušilke zaradi vpliva take zaježitve.

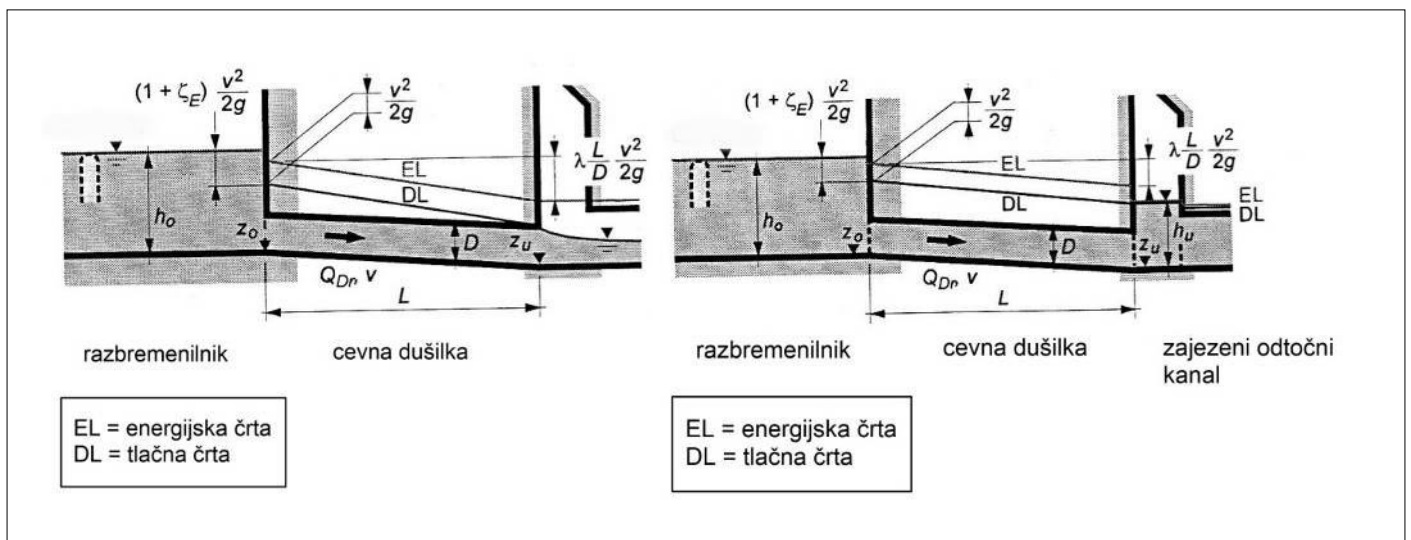
Ker delujejo tudi druge dušilke po principu spreminjanja energij, se opisane posledice zaježitve iztoka odražajo na vseh vrstah dušilk. V smernicah ATV – A 111 se je vpeljal strokovni pojem delilne ostrine dušilk (Trennschärfe der Drossel), ki se definira po naslednji enačbi:

$$\delta = \Delta Q / Q_{Dr} = (Q_{Max} - Q_{Dr}) / Q_{Dr}, \quad (7)$$

pri tem sta  $Q_{Dr}$  in  $Q_{Max}$  definirana po sliki 15.

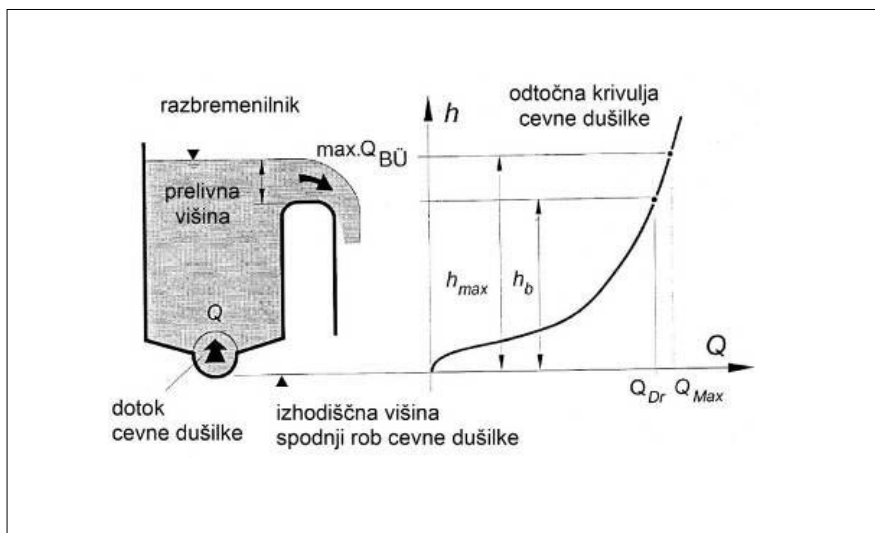
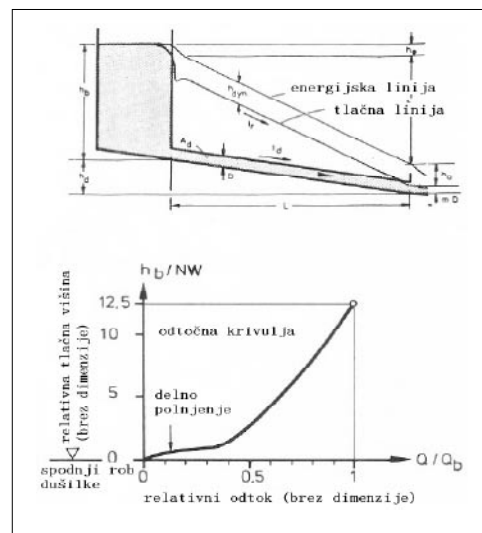
**Delilna ostrina ( $\delta$ ) je bistveni faktor računov, saj se morajo pri računih hidravlične obremenitve razbremenilnih in čistilnih naprav upoštevati in seštevati dejanski odtoki dušilk. Pri tem se seštevajo tudi vse razlike med računskimi ter dejanskimi odtoki dušilk. Dodaten vpliv na delilno ostrino in s tem na dejansko odtočno količino dušilk imajo tudi nepopolni preliv.**

Delilna ostrina dušilke je torej odstopanje dejanskih od nominalnih vrednosti, ki se nanašajo na računski pretok dušilke. Slovenski projektanti pri hidravličnih računih upoštevajo izključno le nominalne vrednosti, zato so načrtovana črpališča, razbremenilne naprave in čistilne naprave hidravlično poddimenzionirane in bodo kasneje preobremenjene z znatno večjimi dejanskimi dotoki.



Slika 14 • Vpliv nizvodne zaježitve na naklon energijske črte




 Slika 15 • Prikaz računske ( $Q_{Dr}$ ) ter maksimalne ( $Q_{Max}$ ) količine odtoka


Slika 16 • Cevna dušilka

Delilna ostrina glede na zahteve ATV – A 111 ne sme odstopati:

- za dušilke za razbremenilniki:  
 $\delta = \Delta Q / Q_{Dr} \leq \pm 10 \%$
- za dušilke za razbremenilnimi bazeni:  
 $\delta = \Delta Q / Q_{Dr} \leq \pm 5 \%$

V ATV – A 111 (točka 9.2) so natančno navedeni:

- \* zahtevani tehnični podatki,
- \* atestirani dokazi delovanja,
- \* podatki o delilni ostrini,
- \* kriteriji izbire ter obratovanja,

ki jih mora ob uporabi določene dušilke navesti vsak dobavitelj dušilk.

Za vsako dušilko se mora pred prevzemom v obratovanje dokazati njihovo pravilno delovanje (ATV – A 128).

**Ponavljam: pri izračunih hidravličnih obtežb črpališč in čistilnih naprav se morajo upoštevati torej dejanske pretočne količine dušilk in ne, kakor je to pri nas običajno, zgolj nominalne količine!**

Posledice neupoštevanja dejanskih pretočnih količin dušilk so:

- \* nepravilno razbremenjevanje onesnaženih pretokov in s tem nedopustno čezmerno onesnaževanje vodotokov kakor tudi
- \* hidravlično preobremenjena črpališča in čistilne naprave ter zato njihovo znatno poslabšano delovanje.

Po ATV – A111 so dušilke razvrščene v:

- \* dušilne organe (Drosselorgane)
  - cevne dušilke in dušilni zasuni
  - vrtnične dušilke
- \* dušilne reže (Auslaufschlitze)
- \* regulatorje (Regelorgane)
- \* krmilnike (Steuerorgane)

Zaradi množice različnih načinov dušenja odtokov bom v tem članku naštel in opisal le nekaj osnovnih vrst dušilk.

#### 4.1 Dušilni organi

##### 4.1.1 Cevne dušilke

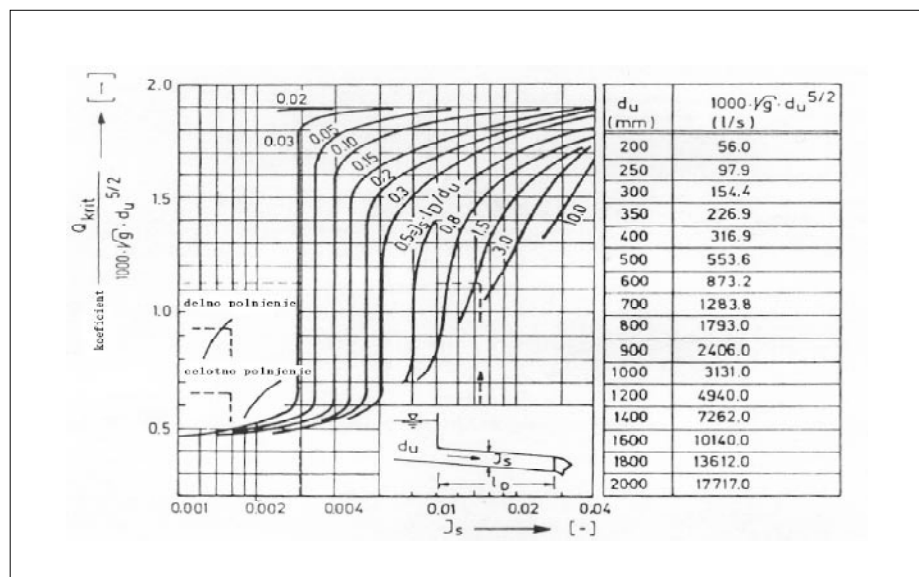
Do nedavnega najpogosteje uporabljene cevne dušilke delujejo na podlagi vtočnih in iztočnih hidravličnih izgub ter trenja v cevi.

Dušilke se izbirajo in hidravlično računajo na računski nominalni pretok dušilke ( $Q_{Dr}$ ), ki se ustvari natančno takrat, ko doseže vodna gladina v razbremenilniku ( $RÜ$ ) računsko višinsko koto prelivnega roba ( $h_b$ ).

Nižje ali višje vodne gladine povzročajo torej nižje ali višje pretoke skozi dušilko. Maksimalni (dejanski) pretok skozi dušilko se doseže pri najvišji prelivni višini oziroma pri maksimalni vodni gladini v bazenu. Odtočno karakteristiko dušilke ponazarja diagram zavezitvene višine  $h$ /odtočne količine  $Q_{Dr}$ .

Cevne dušilke se v skladu z zahtevami ATV – A 128 ( $Q_{krit} \geq 50$  l/s) in njihovimi hidravličnimi zmoglostmi lahko torej nameščajo samo za razbremenilniki, nikakor pa ne za pretočnimi bazeni. Izpolnjevati morajo naslednje konstrukcijske zahteve (ATV – A 111):

- minimalni premer cevi znaša DN 200 mm,



Slika 17 • Diagram za preverbo samodejnega polnjenja cevne dušilke

- pri prostemu iztoku naj znaša maksimalni premer odvodnega kanala za dušilko DN 500 mm,
- najmanjša dolžina cevne dušilke naj znaša  $20 d_u$ ,
- maksimalna dolžina cevne dušilke naj znaša 100 m,
- zahteva se kar se da visoko medsebojno razmerje  $l_D/d_u$ ,
- maksimalni podolžni padec cevne dušilke naj znaša  $l = 0,003$ .

Pri stalni zajezitvi iztoka cevne dušilke v višini temena odtočne cevi odpade omejitvev glede maksimalnega premera DN 500.

Pri hidravličnem računu cevne dušilke se morajo upoštevati:

- \* koeficient trenja  $k_b = 0,25 \text{ mm}$
- \* vtočne izgube  $\xi_e = 0,45$
- \* višina tlačne linije pri prostem iztoku  $m_D = 1,0$
- \* prosti (nezajezeni) pretok pri sušnem odtoku

Pri upoštevanju zahtevane maksimalne vrednosti podolžnega padca ter minimalne dolžine cevne dušilke se deroči tok ne more ustvariti, zato je v teh primerih dokaz samodejnega polnjenja dušilk nepotreben.

Nasprotno se (navkljub zajezitvi ustja dušilke) pri prestrmi ali prekratki dušilki pretok v dušilki lahko »odlepi« od temena cevi (gladina v cevi se ustali v obliki stoječih valov) in dušilka tako ne more dosegati zahtevane računске odvodne količine. Zato je v takšnih primerih odstopanja nujno potreben dokaz samodejnega polnjenja dušilk.

Če ne dosežemo samodejnega polnjenja dušilke, moramo ustrezno spremeniti oziroma prilagoditi konstrukcijske parametre cevne dušilke.

Glede na sliko 18 se račun cevne dušilke izvrši na podlagi naslednjih hidravličnih oziroma geometrijskih zahtev:

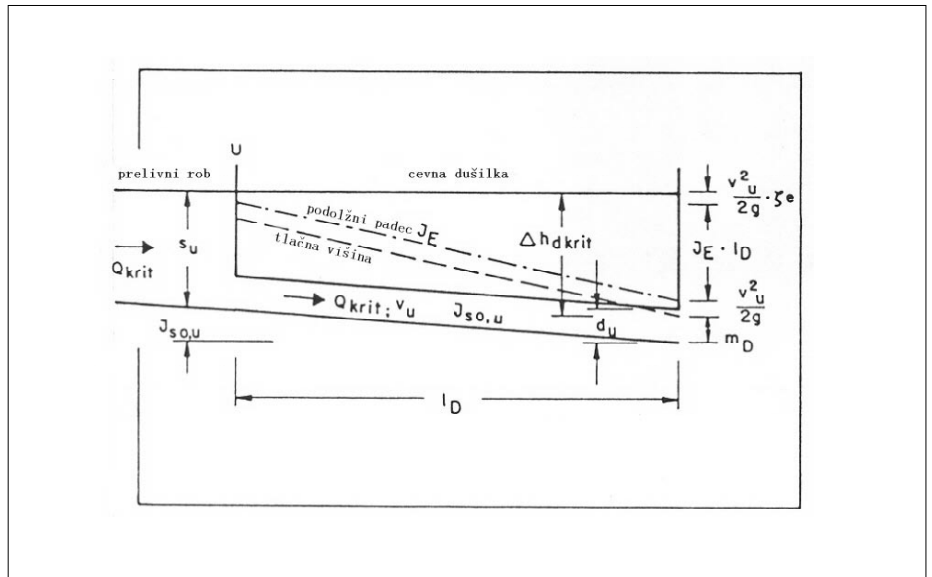
$$\Delta h_{d,krit} = (\xi_e + 1) \frac{v_u^2}{2g} + J_E \times l_D \quad (8)$$

$$\Delta h_{d,krit} = s_u + J_{s0,u} \times l_D - d_u \times m_D \quad (9)$$

V razbremenilniku se mora pred cevno dušilko predvideti višinsko razliko tal z najmanj 3 cm, poleg tega pa se mora za  $Q = Q_i$  še dodatno dokazati:

$$\Delta s = \left( h_u + \frac{v_u^2}{2g} + \frac{(J_{E0} + J_{Eu})}{2} \cdot l_u \right) - \left( h_o + \frac{v_o^2}{2g} \right) \quad (10)$$

Za višino preliva na začetku dušilke se mora dokazati:



Slika 18 • Shematični prikaz računskih parametrov cevne dušilke

$$s_u \geq d_u + \xi \frac{v_u^2}{2g} \quad (11)$$

pri tem je

$$\xi = 2,0 = 1,0 + 0,45 \text{ (vtok)} + 0,55 \text{ (obratovni dodatek)}$$

Deliina ostrina za cevne dušilke glede na zahteve ATV – A 111 (med dotokom  $Q_{Max}$  v razbremenilnik) ne sme presegati:

$$Q_u / Q_{krit} - 1,0 \leq 0,2 \quad (12)$$

Pri sušnem odtoku  $Q_i$  (in  $m^3/s$ ) se mora v cevni dušilki dokazati, da znaša minimalna stenska vlečna napetost (nem.: Wandschubspannung) v  $(N/m^2)$ :

$$\tau_{min} \geq 4,1 Q^{1/3} \quad [N/m^2] \quad (13)$$

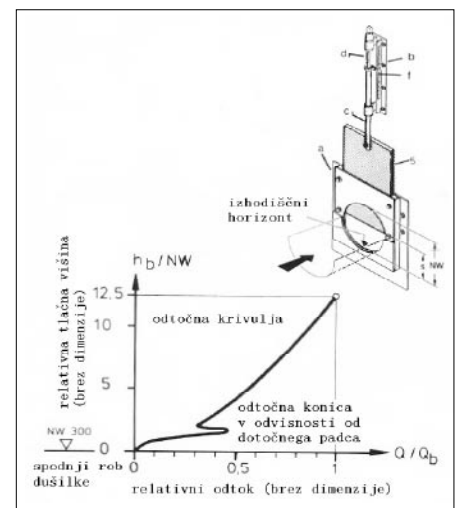
Dejanska stenska vlečna napetost se iz računa:

$$\tau_{dej} = \rho \times g \times r_{hy} \times J_R \quad [N/m^2] \quad z \quad J_R = J_{s0,u} \quad (14)$$

#### 4.1.2 Dušilni zasuni

V preteklosti so se pogosto uporabljali tudi tako imenovani dušilni zasuni. Pri tem se je zasunska plošča nastavila in namestila na določeno višino. S tem se je fiksiral določeni odprti pretočni premer odvodne cevi. Manjši je

bil izbrani pretočni premer, toliko večja je bila nevarnost mašitve odtoka.



Slika 19 • Dušenje odtoka z zasunom

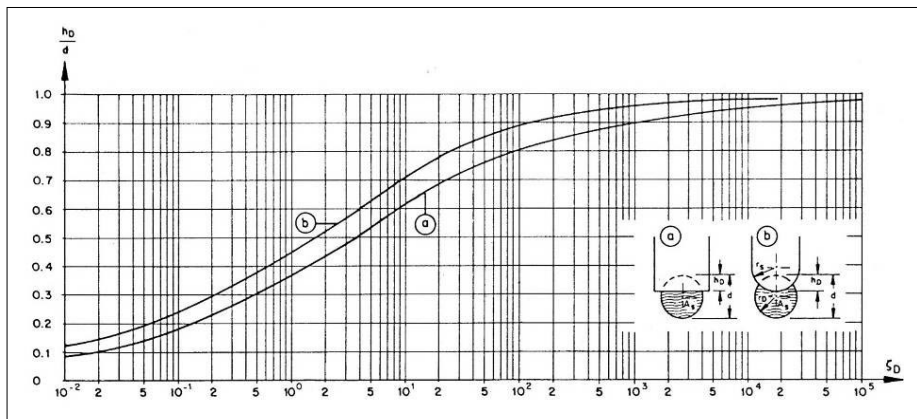
Račun povzročene zajezitve se vrši po enačbi:

$$h_v = \xi \frac{v_u^2}{2g}, \quad (15)$$

pri tem se koeficienti izgub določajo na podlagi slike 20.

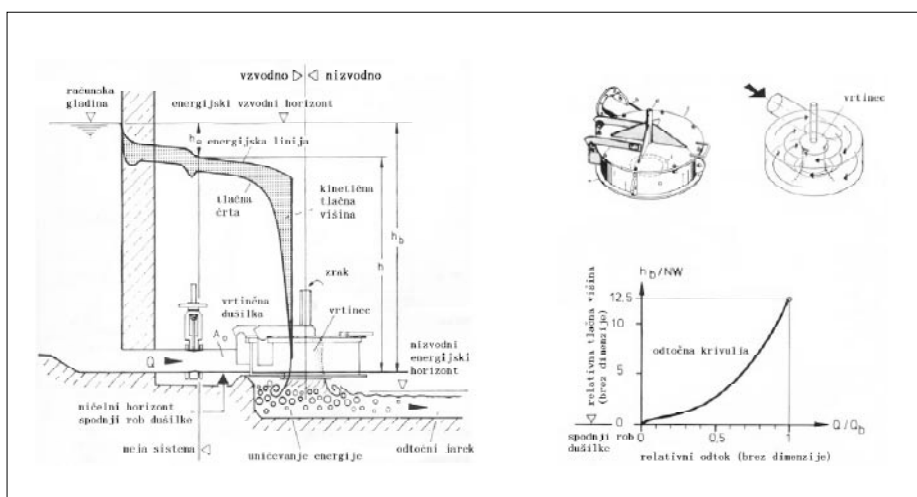
#### 4.1.3 Vrtnične dušilke

Že v šestdesetih letih preteklega stoletja so se začele razvijati nove generacije dušilk (Schulze-Klappe, zasuni s plovci, vrtnične dušilke, vrtnični ventili itd.) z znatno strmejšimi



Slika 20 • Koeficienti izgub pri ravnih (a) in polkrožno (b) oblikovanih zasunskih ploščah

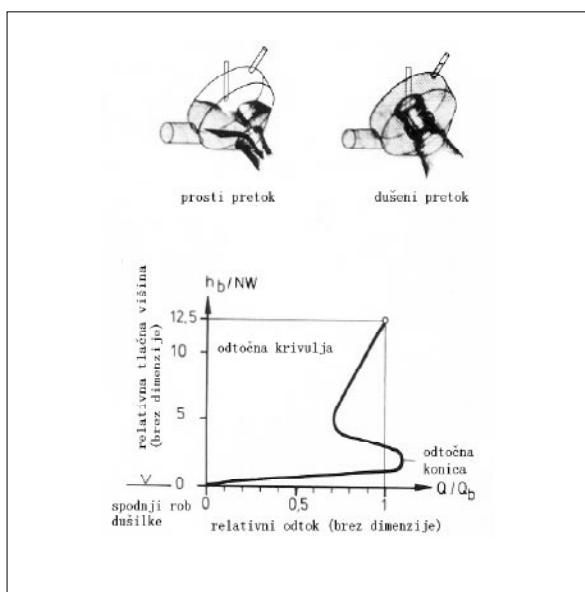
odtočnimi krivuljami, ki naj bi ne glede na naraščajoče višine gladin pred dušilko dušili odtok na bolj konstantne odtočne količine. Pri vrtničnih dušilkah povzročajo energetske izgube pospeški ter centrifugalna sila rotirajočih odpadnih voda, ki tangencialno dotekajo v okroglo posodo. Večja je hitrost rotacije, težje se voda prebija do centralno ležeče talne odtočne odprtine ( $D \geq 200$  mm). Medtem ko vrtnična dušilka zahteva še precejšnje konstrukcijsko višino vgradnje, pa nasprotno vrtnični ventil s poševno osjo (slika 22) potrebuje le minimalno višinsko diferenco tal. Sušni pretok odteka skozi ventil s prosto gladino. Zvečani dotok v dušilko pa povzroči polnjenje ventila in po izrivu zraka iz ventila končno rotacijo vodnega telesa. S tem se sunkovito zviša poraba energije in sunkovito zmanjša pretočna količina, ki nato le počasi narašča v razmerju s pospeševanjem hitrosti rotacije (torej povečano porabo energije). Med naraščanjem in upadanjem dušenega pretoka ventilov nastopajo torej v določenem odtočnem območju kratkotrajne izrazito koničaste obtežbe (slika 22), ki zaradi svoje kratkotrajnosti običajno v omrežju ne predstavljajo večjih hidravličnih problemov. Te konice lahko nasprotno celo pripomorejo k izboljššanemu izplakovanju kanala v območju dušilke.



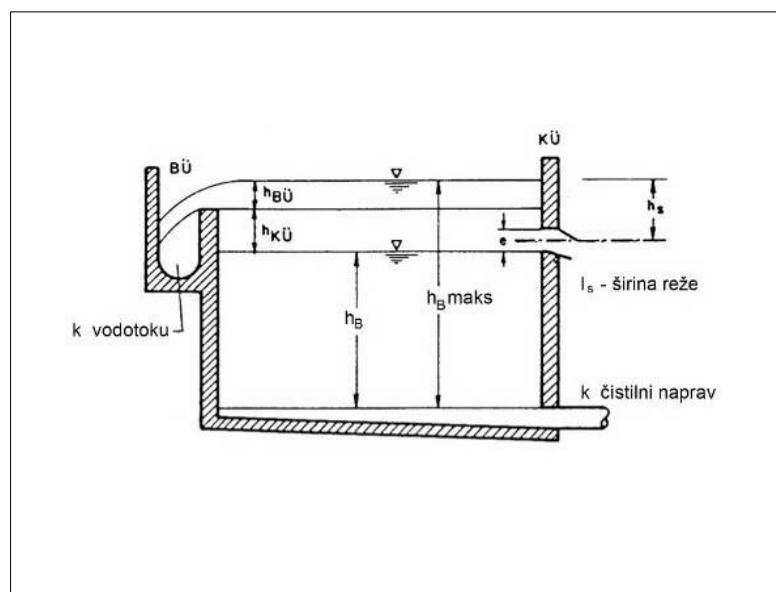
Slika 21 • Vrtnična dušilka

#### 4.2 Pretok skozi reže

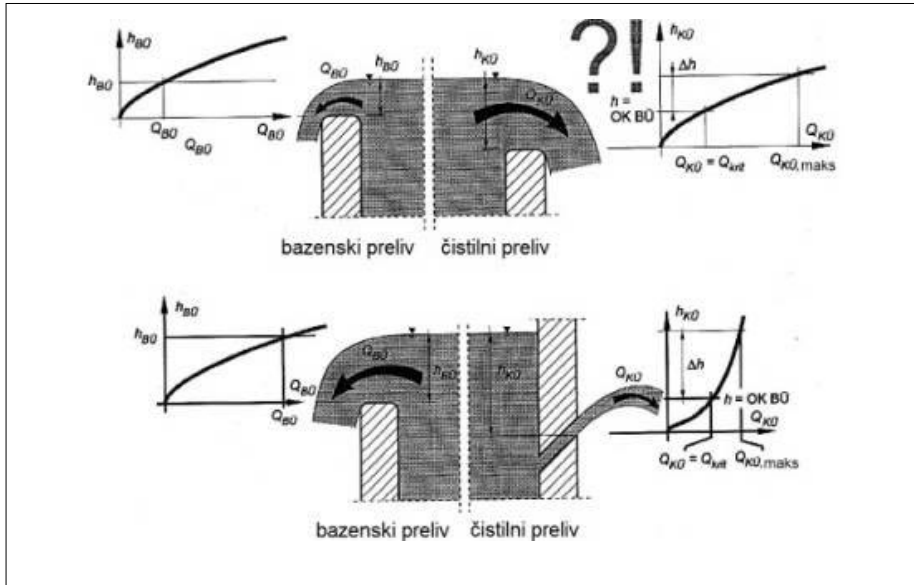
Predvsem pri čistilnih prelivih (KÜ) se pogosto uporabijo ustrezno oblikovane reže. Račun povzročene zajeziitve se vrši po enačbi:



Slika 22 • Vrtnični ventil



Slika 23 • Pretok skozi reže



Slika 24 • Čistilna pretoka (KÜ) pretočnih razbremenilnih bazenov s čistilnim pretokom (DB) preko preliva (zgoraj) oziroma skozi režo (spodaj)

$$Q = \mu \cdot e \cdot l_s \sqrt{2g \cdot h_s} \quad (16)$$

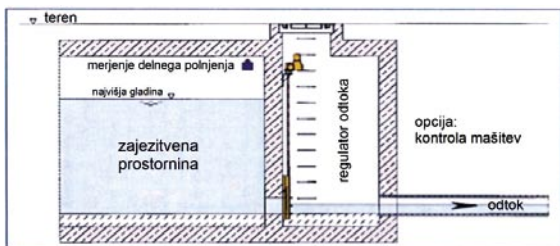
pri tem se geometrija reže določa na podlagi slike 23.

Slika 24 ponazarja bistveno spremembo razmerij količin in karakteristik pretokov razbremenilnih bazenov s čistilnim pretokom (DB) preko (vzvodnih) prostih bazenskih (BÜ) in (nizvodnih) čistilnih prelivov (KÜ) oziroma prelivov skozi reže. Zaradi znatno višjega količinskega pretoka skozi razbremenilni bazen (RÜB) pri čistilnem pretoku preko

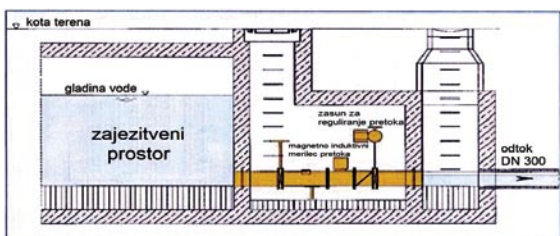
čistilnega preliva (slika zgoraj) nastopajo v primerjavi s čistilnim pretokom skozi čistilno režo (slika spodaj) v bazenu znatno večje (včasih celo nedopustne) pretočne hitrosti, kar povzroča tudi znatno višji (včasih celo nedopusten) iznos »v bazenu že ujetih« onesnažitev v vodotok.

#### 4.3 Regulatorji

Regulatorji odtoke krmilijo s pomočjo samodejnega zaznavanja odtočne količine. Na ta način lahko samodejno zaznajo tudi delno



Slika 25 • HST HydroMat®-E



Slika 26 • HST HydroMat®-Q



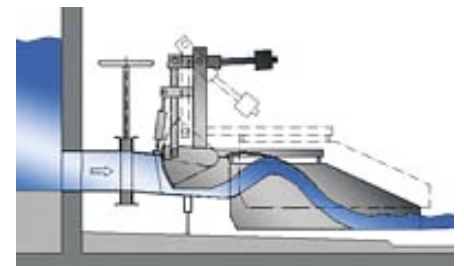
mašitev dušilke in nanjo ustrezno reagirajo. Praviloma se regulatorji nameščajo za razbremenilniki ter razbremenilnimi bazeni za odtoke  $Q_{min} \geq 10$  l/s. **Nemške smernice kontinuiranega dušenja pretokov za  $Q < 10$  l/s ne dovoljujejo.**

Primer elektromehanskega regulatorja, ki deluje na podlagi meritev višinskih leg gladine, je podan v sliki 25.

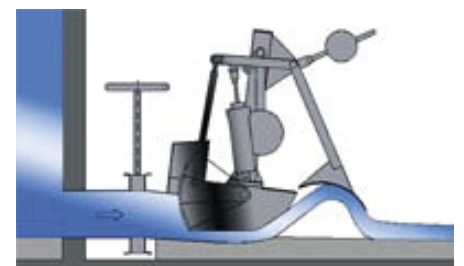
Regulatorji lahko med drugim delujejo tudi na podlagi induktivnih merilcev pretoka (slika 26).

#### 4.4 Krmilniki

V Sloveniji so se pogosto že uporabljale mehanske dušilke, ki delujejo na podlagi zakonov mehanike. Žal pri tem projektanti praviloma ne upoštevajo osnovnih fizikalnih zakonov in predpisanih območij njihovega delovanja, zato ti krmilniki v Sloveniji večinoma ne morejo izpolnjevati predvidenih zahtev.



Slika 27 • BGU-tehnica



Slika 28 • BGU-dušilka s curkom

Na slikah 27 in 28 sta shematsično predstavljene BGU-dušilke, ki lahko pravilno delujeta zgolj v primeru nižje ležeče gladine delnega polnjenja odtočnega kanala, torej brez nizvodne zajezitve odтока. Za obe (pri pravilni namestitvi in uporabi sicer kakovostni) mehansko regulirani dušilki (pri BGU-tehnici se namreč meri teža curka, BGU-dušilka s curkom pa deluje na podlagi zadostne (odrivne) kinetične energije curka) je v ATV – A 111 namreč predpisan minimalni pretok s  $Q_{min} \geq 25$  l/s.

Vendar v Sloveniji najpogosteje naletimo na vgrajene BGU-dušilke DN 200 s curkom (slika 28) predvsem v objekte z ravnim dnom jaška in z minimalnim podolžnim padcem kanala, ki naj bi po navedbah dobavitelja pretok omejile celo na 2 l/s!! Pri tem že samo delno polnjenje odtočnega kanala povzroča zajezitev dušilke!!

Pri optimalni vgradnji ( $l = 0,005$ ) te dušilke znaša pretočna hitrost (pri delnem polnjenju  $Q = 2$  l/s v cevi DN 200 mm)  $v \approx 0,49$  m/s.

Ta curek ( $Q = 2$  l/s z delnim polnjenjem  $h \approx 4$  cm in s hitrostjo  $v \approx 0,49$  m/s) naj bi imel torej dovolj kinetične energije, da (poleg zahtevanega »skoka« curka v višino) še ustrezno odrine težko odzivno ploščo z nanjo pritrjenimi mehanskimi vzvodi, s protitežnim plovcem in z zapornim zasunom (da nizvodne zajezitve zaradi delnega polnjenja odtočnega kanala niti ne omenjamo)?! To si lahko razlagamo samo kot posledico »prešpricanih« osnov fizike v osemletki.

Zatorej naj nas ne čudi, da mora upravljavec v tem konkretnem primeru vsaj enkrat tedensko splezati v jašek in to dušilko »odmašiti« s pozibavanjem odzivne plošče. Med (pogosto) zamašitvijo te dušilke se namreč ta celotni mešani prtok (v neposredni bližini moderne čistilne naprave) preliva neposredno v potok. Pravilna izbira ter pravilno dimenzioniranje dušilk zahtevata torej precej strokovnega znanja in izkušenj.

## 5 • SKLEP

Dandanes zavzema ekologija kot gospodarska panoga nedvomno eno izmed vodilnih mest v EU. Še posebno pri nas se na tem področju popolnoma nekritično investirajo in obračajo ogromna finančna sredstva. Še hitrejša obračanja kapitala (in bajnih zaslužkov) bi lahko ogrožala ter ovirala le neodvisna kritična stroka. Kritične (in s tem »zavirajoče«) strokovnjake na strokovnih vodilnih mestih je bilo zatorej (v imenu »modernega razvoja«) potrebno čim hitreje zamenjati z manj sposobnimi politiki, poleg tega pa z bolonjsko reformo ustrezno »reformirati« strokovno šolstvo in s tem ustrezno izničiti strokovno zavest ter »nepotrebno« znanje. Z ustreznim načinom in strukturo (ne)zaposlovanja pa se na službenih mestih lahko uspešno prepreči tudi pretok znanja, praktičnih izkušenj ter »kužne« strokovne samozavesti od »starih, v praksi izkušenih zajcev« na mlajše generacije.

Ob aktivni, slepi ter molčeči podpori Inženirske zbornice se je zato kmalu po osamosvojitvi slovenska politika lotila najprej v nekdanjem režimu dobro organizirane ter strokovno uspešno delujoče slovenske projektive in ji je z obveznimi razpisi umskih storitev najprej odtegnila potrebna sredstva za neodvisno strokovno delo in za njeno preživetje. Poleg tega je odstranila tudi nadležni neodvisni strokovni nadzor oziroma revizije projektov. Stroko se je tako zavestno degradiralo na stopnjo obrti.

S strani politike hudo omalovaževano, prezirano in moteče strokovno znanje je tako pri projektih dokumentacijah, pri revizijah projektov kakor tudi pri strokovnih gradbenih odločitvah **kot edino merilo nadomestil izključno le kriterij najnižjih cen.** Nekdaj strokovno neodvisni projektivni biroji so se morali zato hitro reorganizirati v odvisne inženiringe.

Pretežni del honorarja, ki ga potrebujejo za preživetje, dobijo ti inženiringi namreč od podjetij, ki jih zastopajo. Izbira ali primerjava različnih tehnologij je zato načrtno izključena. Investitorjem ti biroji torej ne morejo več nuditi optimalnih strokovnih rešitev, temveč jim nudijo izključno zgolj tehnologijo, ki jo zastopajo. Projektne dokumentacije so postale tako embalaže izključno za to predhodno (brez vsake ekološke ter ekonomske primerjave) izbrano robo. Ker ta tehnologija ne temelji in se ne izbira več na podlagi strokovnega znanja ter izkušenj, temveč o tem odloča politika, uspešnost (monopol) posameznih inženiringov zatorej ni odvisna od strokovnega znanja ter izkušenj, temveč le od ustreznega lobiranja in političnih povezav z državnimi uradi.

Javni razpisi so praviloma le še pravne in formalne farse, saj je večinoma javna skrivnost oziroma je iz njih jasno razvidno, na čigavo kožo so bili že vnaprej napisani posamezni razpisi. Nikogar niti najmanj ne moti:

- \* da je vedno razpisan le natančno predpisan (predhodno brez strokovne utemeljitve izbran in na določenega ponudnika prilagojen) tip produkta,
- \* da je zahtevan enostranski tip, obseg ter zahtevnostni prag referenc, ki visoko odstopa od za tako nalogo potrebnih splošnih strokovnih zmožnosti (in tako omeji ali izključuje konkurenco),
- \* da so dimenzijski računi in dokazi pravnega delovanja naprav (nekoč obvezni sestavni deli razpisnih dokumentacij) dandanes nepopolni oziroma so zaradi oznake »poslovna skrivnost« (za »naše« ponudnike) celo nepotrebni,
- \* da se predvidijo izredno kratki izvedbeni roki (saj ima »naš« ponudnik že pripravljeno oziroma izdelano dokumentacijo),

- \* da se zahtevajo številne (nepotrebne) formalnosti, garancije, uradna potrdila, obrazci itd. (saj se tako večja in izboljša možnost formalnih izključitev neželenih »padalcev«),
- \* da vsako najmanjše odstopanje ali celo ponujena ekološko boljše in dokazljivo cenejša alternativna tehnologija vodi v takojšnjo izključitev take ponudbe iz formalnih razlogov, brez najmanjše možnosti strokovnega ugovora,
- \* da sploh ni mogoča preprečitev razpisov in gradnje pomanjkljivih in ekološko spornih objektov, ki jasno odstopajo ali celo nasprotujejo tehničnim izkušnjam, normam, strokovnim smernicam (in bodo tako povzročale hudo ekološko škodo ter prekomerne obratovalne stroške),
- \* da se brez vsakih posledic ali odgovornosti lahko razveljavljajo in ponavljajo razpisi. Pogosto se razpisi ponavljajo, da vnaprej izbran predragi »najugodnejši« ponudnik lahko ponudi ustrezno znižane cene na podlagi kalkuliranih (prej ugodnejših) cen konkurence iz predhodnega razpisa,
- \* za primer, da se določeni ponudniki ne bi držali navedenih »pravil« oziroma »naš« ponudnik ne bi mogel izvesti del za ponujeno ceno, so (zaradi naknadno možnih ustreznih pogodbenih aneksov) praviloma predvidene »predhodno pozabljene« ali »naknadno potrebne« pozicije. S temi aneksi se torej naknadno »uravnavajo« prenzke ponudbe »naših« izvoljencev oziroma nasprotno, z nepriznanjem kaznujejo neželeni vrinjenci,
- \* da nihče ne odgovarja za pomanjkljive ali zavestno manipulirane razpise,
- \* v se skrajnem primeru »zelo našim« ponudnikom lahko dovoli tudi naknadno ustrezno spreminjanje načrtov, delno neizpolnjevanje zahtev razpisnih tekstov, podaljšanje izvedbenih rokov itd.

Zato so »naše najcenejše ponudbe« (po-  
leg znatno slabšega ali celo nepravilnega  
delovanja naprav) običajno znatno dražje ali  
celo nekajkrat višje v primerjavi s končnimi  
cenami podobnih objektov v tujini. Na žalost  
v slovenski praksi dejansko tudi ne poznamo  
več včasih pri nas (ter v tujini še vedno)  
predpisanih obveznih predhodnih ekonomskih  
računov, analiz in primerjav skupnih (investicij-  
skih ter obratovalnih) stroškov.

Po uspešnem totalnem uničenju strokovno  
neodvisne projektive oziroma njeni preobrazbi  
v inženiringe (zastopstva določenih proizva-  
jalcev) se je pričela »bolonjizacija« šolstva.  
Ker naravni fizikalni zakoni niti najmanj ne  
ubogajo politikov, se morajo njihovi verski  
hrami očistiti, njihove vernike pa (zgledujoč  
se po Jezusu) z bičem izganjati.

Namesto ustreznega izboljšanja »pre-  
živelega« strokovnega znanja se morajo ti  
modernejši absolventi opremiti z raznovrstni-  
mi visokodonečimi titulami, računalniškimi  
programi ter računalniško miselnostjo  
( $IQ_{\text{računalnika}} = 0$  !!!) za prevzem strokovnih

položajev zaradi zglednega opravljanja  
tega dela (predvsem brez politiki neugodnih  
strokovnih pripomb ali vprašanj). Strokovno  
znanje, praktične izkušnje ter »zdravo kmečko  
pamet« nadomeščajo računalniški programi  
ter vse bolj razbohotena (praviloma strokovno  
nepotrebna) računalniška statistika, strokovno  
literaturo pa je že zdavnaj nadomestil Google.  
Računalnik se je iz nekdanjega poslušnega  
pomočnika prelevil v diktatorja, saj nam je  
vsilil računalniški način razmišljanja, vedenja  
ter življenja.

Kvantiteta je v celoti nadomestila kvaliteto,  
razmišljanje so zamenjali računalniški pro-  
grami, strokovne analize pa gola in slepa sta-  
tistika. Kdo je že definiral statistiko kot uradno  
laž? Prednost tega sistema je tudi, da brez  
strokovnega znanja ni politične ali finančne  
odgovornosti, saj za uspešno in brezskrbno  
delo uradnikom na vodilnih strokovnih položajih  
zadostuje zgolj zagotavljanje formalno pravilnih  
potekov birokratskih postopkov.

Posledice vse večjega vmešavanja neuke in  
nesposobne politike na strokovno področje

hidrotehnike se torej ne odražajo samo v  
zastašujoče naraščajočem neznanju slo-  
venskih projektantov, temveč tudi v vedno  
slabšem ter vedno dražjem delovanju komu-  
nalnih naprav. Hudim podražitvam komunal-  
nih storitev in prelaganju obratovalnih stroškov  
v celoti le na ramena potrošnikov bo zato  
v najkrajšem času sledila prava eksplozija  
dodatnih sanacijskih ter prekomernih obra-  
tovalnih stroškov teh novejših nezadostno ali  
nepravilno delujočih komunalnih naprav.

Nepravilno delujoče naprave koristijo  
kratkoročno zgolj financiranju državnega  
aparata, saj se bodo poleg vedno hitrejši  
rasti obratovalnih stroškov v doglednih rokih  
zahtevale tudi še ekološke kazni, zvišano  
ali dodatno ekološko obdavčenje kakor tudi  
finančne soudeležbe uporabnikov za potrebne  
obsežne sanacije in dograditve teh novejših  
naprav. Pri vseh honorarjih, investicijah ter  
stroških pa si država redno odreže (vedno  
večji) kos pogače.

Nemci imajo globok in zelo zgovoren rek:  
»Neumnost se mora plačevati!«

## 6 • LITERATURA

- ATV – A 110, Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserkanälen und –leitungen, september 2001.
- ATV – A 111, Richtlinien für die hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Regenwasserentlastungen in Abwasserkanälen und –leitungen, februar 1994.
- ATV – A 112, Richtlinien für die hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Sonderbauwerken in Abwasserkanälen und –leitungen, januar 1998.
- ATV – A 118, Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, november 1999.
- ATV – A 128, Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen, april 1992.
- ATV – A 166, Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und –rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung, november 1999.
- ATV – DVWK – M 176, Hinweise und Beispiele zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und –rückhaltung, februar 2001.
- Brombach, H., Abflußsteuerung von Regenwasserbehandlungsanlagen, Wasserwirtschaft, 2/1982.
- Maleiner, F., Razbremenilni objekti v kanalizacijskih omrežjih, 9. strokovni seminar, 12. 3. 2003.
- Maleiner, F., Dimenzioniranje, konstruiranje in oprema razbremenilnih objektov v kanalizacijskih omrežjih, 10. strokovni seminar, 15. 10. 2003.
- Maleiner, F., Hidravlični izračuni in krmiljenje odtokov v razbremenilnih napravah v smislu smernic ATV – A 111 in ATV – A 128, 13. strokovni seminar, 10. 3. 2005.
- Maleiner, F., Konstrukcijsko načrtovanje ter oprema gradbenih objektov za zadrževanje ter obdelavo padavinskih dotokov po ATV – A 166, 17. strokovni seminar, 14. 3. 2007.
- Maleiner, F., Obdelava ter odstranitev padavinskih odtokov v ločenem in mešanem sistemu kanalizacij, 21. strokovni seminar, 10. 3. 2010.