

BENCIN IN OLJA V KANALIZACIJI

GASOLINE AND OIL IN SEWER SYSTEM

Franc Maleiner, univ. dipl. inž. kom.

Sojerjeva 43, 1000 Ljubljana

e-pošta: franc.maleiner@t-2.net

Strokovni članek

UDK: 628.21+628.3

Povzetek | Navkljub vsem varnostnim ukrepom bencin in olja vdirajo v kanalizacijske sisteme. S pomočjo enostavnih eksperimentov se lahko demonstrira mešanje ter izločanje bencina in olj v vodi. Detergenti pri tem občutno poslabšajo njihovo izločanje. Nadaljnji eksperimenti so se posvečali izločanju lahkih tekočin v pretočnih težnostnih izločevalcih. Preverja se tudi učinek odtočnih dušilk. Stopnja celotnega izkoristka kombinacije padavinskega bazena, dušilke in zaporedno nameščenega izločevalca se je ugotavljala na podlagi dinamičnih poskusov. Izkazalo se je, da je upoštevanja vreden učinek izločanja v padavinskih bazenih z nizko ležečimi odtoki zaježitvene prostornine. Na podlagi ugotovljenih testnih rezultatov so se diskutirale možnosti varnega odvajanja bencina in olj v ločenem in mešanem sistemu kanalizacije.

Summary | Despite all precautions, gasoline and oil enter sewer systems. The miscibility and the separation of gasoline and oil in water are demonstrated by simple experiments. The presence of detergents considerably decreases their separability. Further experiments concentrated on the separation of light liquids in continuous-flow gravity separators. The effect of throttle valves located upstream of separators was also studied. The overall efficiency of the combination of rainwater tank, throttle system and downstream separator was established by dynamic tests. It turned out that the separation efficiency of rainwater tanks can also be considered if the retaining tanks have deeply located outlets. In the light of the test results obtained the possibilities of a safe separation of gasoline and oil in separate and combined sewerage systems were discussed.

1 • UVOD

Leta 1983 je prof. Brombach objavil strokovni članek o njegovih izvedenih eksperimentih in raziskavah izločanja lahkih tekočin, ki je imel ogromen vpliv na nadaljnji tehnološki razvoj in je še dandanes zelo aktualen. Zato ga želim po skoraj treh desetletjih v precej jedrnat obliki predstaviti slovenski strokovni javnosti. Pri tem sem se osredotočil predvsem na predložitev njegovih takratnih rezultatov in predlogov.

Obseg tega problema je razviden iz tedanjih podatkov o skupni porabi nafte. Leta 1982 se je namreč v Nemčiji dnevno porabilo v povprečju okoli 6 l nafte na prebivalca (pretežno kot bencin, dizelsko gorivo ter kurilno olje). Predvidevam, da je dandanes ta poraba še znatno višja.

Za kakovost pitne vode je nesporna škodljivost mineralnih olj ter njihovih derivatov, zato se

tudi dandanes pospešeno skuša preprečiti njihov vnos v naravni krogotok vode.

Nemške smernice DWA-M 115 določajo kot še neškodljivo dopustno zgornjo mejno vrednost 20 mg/l ogljikovodikov za (tako imenovane posredne) izpuste v kanalizacijska omrežja oziroma 10 mg/l za neposredne izpuste v vodotoke. Ta mejna vrednost pravzaprav precej nasprotuje dejstvu (oziroma ga sploh ne upošteva), da dosega že zgolj naravna toplotnost kurilnega olja v čisti vodi vrednosti med 10 in 20 mg/l.

Navkljub previdnosti in upoštevanju varnostnih ukrepov ni mogoče vedno v celoti preprečiti vdora bencina in lahkih mineralnih olj v kanalizacijo. Te snovi izvirajo iz niza različnih vzrokov, na primer: zaradi slabih ali dotrajanih tesnil motornih vozil, slabega izgora-

nja pogonskih goriv, nedopustnega izlivanja izrabljenih ali starih olj v kanalizacijske odtoke, zaradi nesreč pri transportih, manipulaciji ali skladiščenju lahkih tekočin itd.

Meritve na avtocestnih odsekih v Nemčiji so svojčas pokazale, da odteka s cestnih površin 53 do 85 kg pogonskih goriv na hektar in leto. Podobna meritev v Švici pa navaja znatno odstopajoče količine, in sicer »zgolj« 33,5 kg ogljikovodikov na hektar in leto.

K tem navedenim izmerjenim količinam se morajo nadalje prišteti tudi količine, ki odtekajo posamezno ob prometnih nesrečah ali zaradi mehanskih poškodb cistern, kakor tudi posledice lekaž opreme ali nesreč s kurilnim oljem pri manipulacijah in skladiščenju itd. Samo v nemški deželi Nordrhein-Westfalen se ocenjuje število oziroma pogostost takih nesreč s 600 primeri na leto!

V skladu z evropsko tehnično zakonodajo se dandanes zahteva namestitve lovilcev lahkih tekočin (DIN EN 858), samo če vrednosti

neemulgiranih ogljikovodikov v odtoku odpadnih voda presegajo:

* ≥ 20 mg/l pri uvajanju v kanalizacijska omrežja ali

* ≥ 10 mg/l pri uvajanju neposredno v vodotoke oziroma v podtalnico.

Evropska tehnična zakonodaja nadalje celo izrecno priporoča zadrževanje čistih padavin-

skih odtokov ter njihovo dozirano odvajanje v vodotoke ali njihovo ponikanje za namen bogatenja prekomerno uporabljene podtalnice. Slovenska uredba o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest (Ur. l. RS, št. 47/2005) v 4. členu (2), ki opisuje ukrepe za zmanjševanje emisije snovi, dovoljuje nameščanje čistilnih naprav (na primer lovilce

olj) v primerih, ko parametri padavinskih odpadnih voda presegajo mejne vrednosti iz priloge 2 te uredbe.

V istem 4. členu (5) se nadalje določa, da se tako očiščeni odtok ne sme odvajati neposredno v podzemlje ali vodotok.

2 • OBNAŠANJE MEŠANICE BENCIN/OLJE-VODA

Bencin in lahka kurilna olja so tekočine, ki so znatno lažje od vode, zato skušajo vzgonsko splavati na površje in tako ustvariti plavajoči sloj. Oljni mehurčki se v mirujoči vodi združujejo. Čim večji so, tem lažje splavajo na površje. Njihov vzgon narašča namreč s tretjo potenco, medtem ko narašča njihov hidravlični upor le z drugo potenco velikosti mehurčka. Rast mehurčkov pa zelo moti vnos energije toka, saj gibanje in tako povzročena turbulenca mešanice ne preprečujeta samo razvoja večjih mehurčkov, temveč jih celo preusmerjata in drobita.

V čisti vodi se bencin izloča relativno hitro. V na glavo obrnjenem (spodaj zaprtem) Imhoffovem lijaku (slika 1), napolnjenem z mešanico bencina in vode, se po 48 sekundah mirovanja v izločenemu plavajočemu

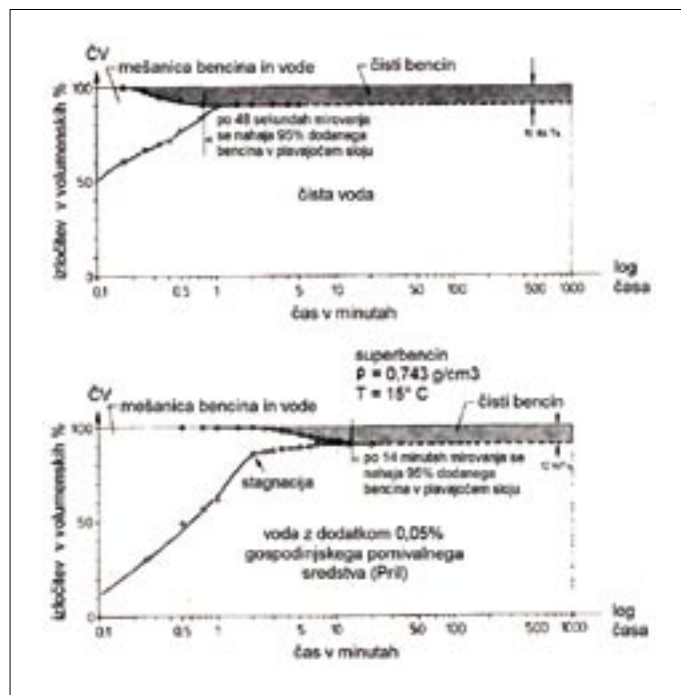
sloju nahaja že 95 % vodi dodane količine bencina (slika 2 zgoraj).

Z dodatkom 0,05 prostorninskega odstotka gospodinjskega detergenta (Pril) predhodni mešanici bencina in vode se v ponovljenem poskusu drastično upočasni izločanje lahke tekočine. Predhodni rezultat izločanja (95 %) se doseže torej šele po 14 minutah (torej po 18-kratnem trajanju!) (slika 2 spodaj).

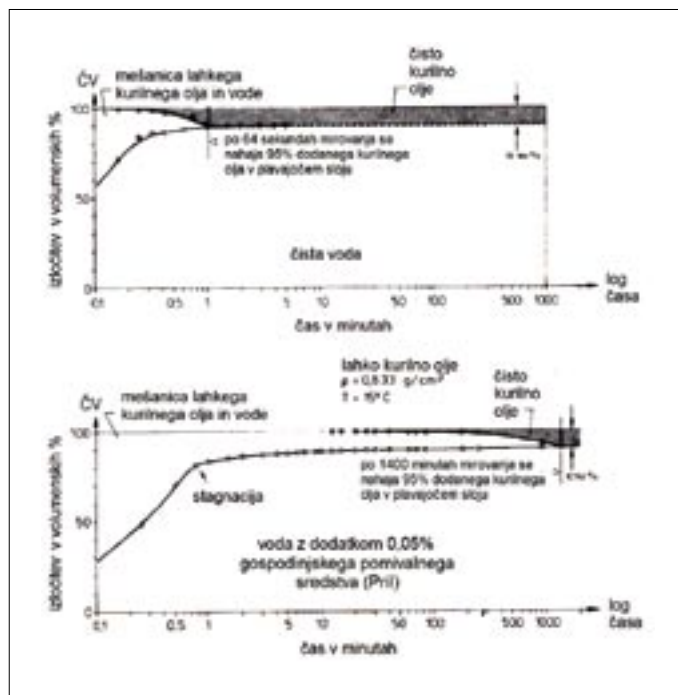
Diagrama na sliki 3 ponazarjata rezultate predhodnih dveh poskusov s to razliko, da se je namesto super bencina uporabilo lahko kurilno olje. Lahko kurilno olje je namreč okoli 12 % težje od bencina, zato se je po dodatku detergenta časovni potek izločanja podaljšal z 48 sekund na 64 sekund oziroma s 14 minut na 1400 minut (torej 1300-kratno trajanje!) (slika 3 spodaj).



Slika 1 • Za 180° obrnjeni Imhoffov lijak po 24 sekundah mirovanja. Konico lijaka je pri tem zavzel zračni mehur, pod njim se nahaja plavajoči sloj obarvanega kurilnega olja, kateremu sledi sloj mešanice olja in vode ter na dnu lijaka sloj čiste vode (poskus je bil izveden brez dodatka detergentov)



Slika 1 • Izločanje super bencina (po Brombachu) brez detergenta (diagram zgoraj) in z dodatkom detergenta (diagram spodaj)



Slika 2 • Izločanje lahkega kurilnega olja (po Brombachu) brez detergenta (diagram zgoraj) in z dodatkom detergenta (diagram spodaj)

Nasprotno pa z naraščanjem stopnje izkoristka nelinearno narašča tudi zadrževalni čas:

$$t_a = V / Q_{\text{wdotok}} \quad \text{v sekundah} \quad (3)$$

Zastarele smernice DIN 1999 so svojčas predpisovale spodnjo mejo izkoristka pri 97 %. Preskusna naprava (slika 5) je to vrednost presegla pri dotoku $Q_{\text{wdotok}} = 0,1 \text{ l/s}$ oziroma

pri hitrosti $v_{\text{dviganja}} = 5 \text{ m/s}$ in zadrževalnem času $t_a = 2$ minuti, kar se je dobro ujemalo tudi z zahtevami tedanjih tovrstnih švicarskih smernic (VSA).

4 • KOMBINACIJE PADAVINSKIH BAZENOV TER IZLOČEVALCEV

Kakor je razvidno iz izračuna po švicarskih smernicah VSA za avtocestni odsek dolžine 1 km (na sliki 6), so potrebni zelo prostorni izločevalci lahkih tekočin, ki se jim mora predhodno (dodatno) namestiti tudi ustrezno velike lovilce blata. Vendar pa je navkljub temu praviloma onemogočeno odvajanje celotnih nedušenih odtokov, zato je prof. Brombach v članku priporočal opremljanje teh prometnih površin z večjimi zadrževalnimi bazeni deževnice, ki so opremljeni z majhnimi lovilci olj na njihovih iztokih (podobno kot se je to v Nemčiji že pogosto izvajalo v zaščitnih conah oskrbe s pitno vodo).

Seveda se ob tem zastavlja tudi vprašanje, kakšen je vpliv skupnega delovanja zadrževalnih bazenov in izločevalcev na stopnjo celotnega izkoristka izločanja lahkih tekočin. Nemške me-

ritive prof. Krautha so sicer pokazale, da naj bi bil skupni izkoristek take naprave z 20 odstotki znatno nižji od 71-odstotnega izkoristka zgolj ustrezno velikega izločevalca. Vzroki tega izredno nizkega izkoristka (v tem konkretnem primeru) se tedaj niso nadalje raziskali oziroma utemeljili, temveč so se glede te izredno velike razlike takrat izrazile samo določene splošne strokovne domneve. Zato je skušal prof. Brombach z dinamičnimi poskusi na pilotni napravi naknadno razrešiti tudi to strokovno uganko.

Za izpolnjevanje zahtevanih nalog v smislu nemških smernic ATV-A 128, morajo razbremenilni (RÜB) ter zadrževalni bazeni (RRB) njihove odtok v kanalizacijsko omrežje ustrezno dušiti. Običajno se zato nameščajo ustrezne dušilke med padavinskimi bazeni in izločevalci lahkih tekočin.

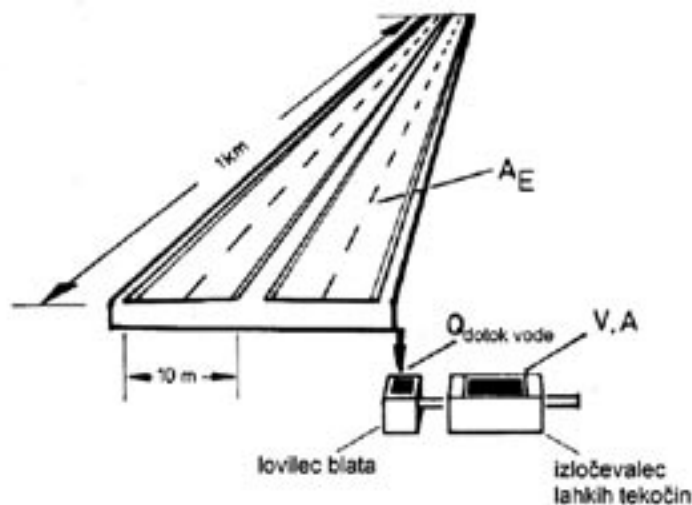
Te dušilke med njihovim delovanjem sproščajo energijo toka in lahko zato zelo neugodno vplivajo na zmožnosti ter izkoristke izločevalcev. Zaradi tega razloga dobavitelji izločevalcev pogosto opozarjajo in odsvetujejo vgradnjo dušilk pred izločevalci lahkih tekočin. Namesto tega v razbremenilnih bazenih priporočajo namestitve plavajočega prelivnega roba, ki se v (predhodnem) bazenu pomikajo navzgor in navzdol z vodno gladino. Vendar pa tudi za pravilnost teh priporočil in domnev ravno tako nikjer ne zasledimo kvalificiranega strokovnega dokaza. Torej je skušal prof. Brombach odgovoriti tudi na ta problem.

Ne glede na vrsto tehnike dušenja mora kontrolirana prostorninska količina mešanice olja in vode premostiti isto (geodetsko) višinsko razliko med gladinama zadrževalnega bazena ter izločevalca (izvrši se torej isto delo).

Torej je možno iskanje vzrokov razlik količin dela le v povečanem obsegu porabljenega dela (kinetične energije) za mešanje tekočine oziroma deleža te razlike dela (kinetične energije) v količini, ki se vnaša v izločevalce.

V poskusih prof. Brombacha so se zato na poskusnem modelu uporabili in izmerili izkoristki treh načinov dušenja, in sicer: dušilne blende, vrtnične dušilke ter plavajočega preliwa. Rezultati so prikazani na sliki 7.

Iz stopenj izkoristka je razvidno, da ima najslabši izkoristek vrtnična dušilka ($\eta = 78,5 \%$) ter najboljši izkoristek plavajoči preliv ($\eta = 85,0 \%$), vendar njuna razlika znaša zgolj 6,5 %. Domnevno sta to proti pričakovanju majhno razliko lahko povzročili le daljša cev plavajočega preliwa s plavajočo zajemno posodo (torej večje »naoljene« površine) in merilna (ne)natančnost.



površina, ki se odvodnjava: $A_E = 2 \text{ ha}$
 spec. padavinski odtok: $r = 150 \text{ l/s.ha}$
 dotok izločevalca: $Q_{\text{wdotok}} = A_E \cdot r = 300 \text{ l/s}$

izločevalec: * izračun glede na zadrževalni čas $t_a = 180$ sekund:
 $V = Q_{\text{wdotok}} \cdot t_a / 1000 = 300 \cdot 180 / 1000 = 54 \text{ m}^3$
 * izračun glede na hitrost dviganja: $v_{\text{dviganja}} = 12 \text{ m/h}$:
 $V = Q_{\text{wdotok}} \cdot v_{\text{dviganja}} \cdot 3600 / 1000 = 300 \cdot 12 \cdot 3600 / 1000 = 90 \text{ m}^3$

Slika 6 • Potrebna velikost izločevalcev po švicarskih smernicah VSA za avtocestni odsek dolžine 1 km

poskus štev.:	XI	VII	VIII
vrsta dušilke	dušilna blenda	vrtinčna dušilka	plavajoči preliv
dotok vode Q_{wzu} v l/s	0,500	0,500	0,500
trajanje dotoka t_w v s	240	240	240
dotočna količina vode V_{wzu} v litrih	120	120	120
dotok olja Q_{ozu} v l/s	0,008	0,008	0,008
trajanje dotoka olj t_o v s	150	150	150
dotekla količina olj V_{ozu} v litrih	1,2	1,2	1,2
v lovilni posodi izmerjena količina olj V_{odtok} v litrih	0,230	0,258	0,179
stopnja izkoristka izločevalca olj η v %	80,8	78,5	85,0
čista voda in lahko kurilno olje $\rho = 0,833 \text{ g/cm}^3$ $T = 15^\circ\text{C}$			

Slika 7 • Rezultati poskusov s tremi vrstami dušilk pred izločevalci olj (po Brombachu)

5 • ZAKLJUČKI IN PREDLOGI NA PODLAGI IZVEDENIH POSKUSOV IN MERITEV

Na podlagi izvedenih poskusov in meritev je prof. Brombach (ločeno glede na oba kanalizacijska sistema) v svojem članku predlagal širšo strokovno diskusijo o njegovih naslednjih opažanjih in predlogih:

5.1 Ločeni sistem kanalizacije

V primeru, da proti pričakovanju minimalne količine lahkih tekočin dospejo v sušne kanale, je tehnična možnost njihovega decentralnega izločanja izredno majhna. Pravzaprav izločanje teh snovi iz ekoloških ali ekonomskih razlogov tudi ni neobhodno potrebno. Zaradi običajnega visokega deleža pomivalnih substanc v gospodinskih odpadkih bi bilo namreč v takih primerih delovanje (oziroma izkoristek) izločevalcev izredno slabo. Poleg tega se te sporadično pojavljajoče, izredno majhne (pogosto emulgirane) količine lahkih tekočin odvajajo v celoti na čistilno napravo, kjer se jih skuša z ustreznimi objekti ter veliko zmožnejšimi napravami (maščobniki) ustrezno izločiti in odstraniti. Torej je nesmiselno loviti ter izločati te (redko in v zanemarljivih količinah nastale) snovi pred njihovim vstopom v sušne kanale.

Lovljenje, zadrževanje in decentralno odstranjevanje bencina in olj je v smislu smernic in norm potrebno ter običajno predvideno samo v primerih, kjer se mora vnaprej računati s stalnim pojavljanjem (zadostnih količin) takih

snovi (javne kuhinje, restavracije, klavnice, mesnice, bencinski servisi, avtopralnice, skladišča lahkih tekočin itd.).

Prav tako so neizogibno potrebni predhodno lovljenje, izločanje in odstranitev lahkih tekočin tudi pri njihovem pojavljanju v meteorernem omrežju, saj se ti kanali izlivajo neposredno v vodotoke.

Ogrožene površine, kot so na primer bencinske črpalke, skladišča lahkih tekočin, avtomobilske servisne delavnice itd., se morajo priključiti na zadostno dimenzionirane in pravilno konstruirane lovilce lahkih tekočin. Ker so te naprave praviloma (z njihovim strešnim prekritjem) zaščitene pred padavinskimi pritoki ter v dotokih odpadnih voda praviloma tudi ni aktivnih snovi za pomivanje in pranje, se lahko pri teh napravah pričakujejo dobri izkoristki izločanja.

V kolikor pa se pričakujejo lahke tekočine iz različnih virov nastanka, kot na primer iz cestnih površin, parkirišč, letališč itd. (torej iz večjih utrjenih površin), je namestitev bazena za čiščenje deževnice (RKB) ali zadrževalnega bazena z naknadnim izločevalcem znatno boljše tehnološka rešitev.

Pri namestitvah zadrževalnega bazena z naknadnim izločevalcem (tako v ločenem kakor tudi v mešanem sistemu) je neobhodno potrebno predvideti zadostno (globljo) višinsko lego odtočnega dna dušilke pod

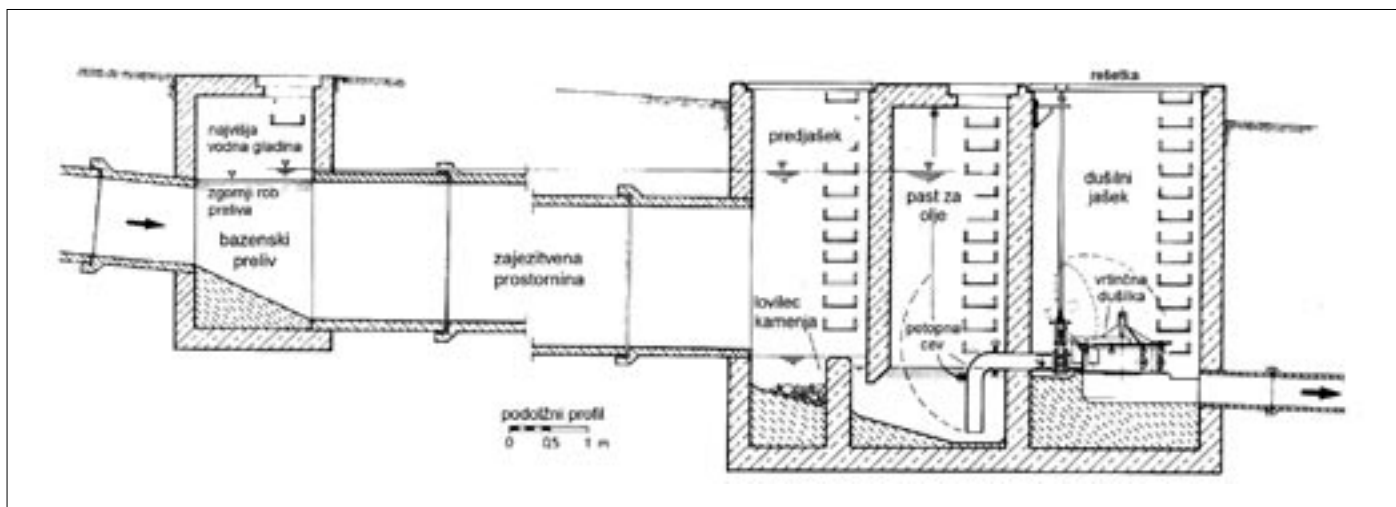
najnižjo koto dna bazena. Le tako se namreč lahko prepreči večja prosta gladina v bazenu že med dotoki v sušnih obdobjih, torej še pred zaježitvijo, ki naj bi jo povzročili šele povečani dušeni padavinski odtoki iz bazena.

5.2 Mešani sistem kanalizacije

Mešani sistem ima glede na ločeni sistem glede zaščite vodotoka pred bencinom in olji precejšnjo prednost, saj pri nesrečah z lahimi tekočinami med sušnimi obdobji odvaja te škodljive snovi v celoti v čistilno napravo, kjer se jih lahko uspešno odstrani. Vsekakor pa tudi pri mešanem sistemu velja osnovno pravilo, naj se lovci teh tekočin nameščajo v neposredni bližini virov stalnega onesnaževanja.

Med padavinami hudo naraste količina pretoka skozi mešane kanale. Bogati višek energije ter detergenti iz gospodinskih odpadnih voda povzročijo izredno dobro premešanje mineralnih olj z vodo. Meritve kažejo, da se ta mešanica zbira in transportira pretežno na čelu (čistilnih) valov.

Nizki in dolgi prelivni robovi razbremenilnikov (še posebno pri majhnih razbremenilnih razmerjih) so daleč najšibkejši členi mešanega kanalizacijskega omrežja, saj povzročajo med padavinami »preskakovanje« čistilnih valov preko prelivov in s tem največje nedopustno odplakovanje škodljivih snovi v vodotoke. Te nizke prelive, ki se pri nas še pogosto in trdovratno uporabljajo, so nemške DWA-smernice ATV-A 128 prepovedale že pred več desetletji ($s_0 \geq 0,60 \text{ DN}$). Tej striktni prepovedi



Slika 8 • Razbremenilni bazen (RÜB) z naknadno pastjo za lahke tekočine

so se nekoliko kasneje priključile tudi za nas obvezne evropske norme EN 752.

Iz gospodarskih razlogov bi bilo nameščanje lovilcev teh snovi na razbremenilnih kanalih nesmiselno, saj te nepravice ne bi bile po obsegu samo izredno velike ter drage, temveč bi tudi zelo redko obratovala. Poleg tega bi povzročale tudi nesorazmerno visoke obratovalne stroške. Nemške smernice ATV-A 128 predvidevajo za take primere tako v ekonomskem kakor tudi v ekološkem oziru znatno boljše tehnološke rešitve.

Določeno zelo omejeno delovanje si lahko obetamo tudi od ustrezne namestitve potop-

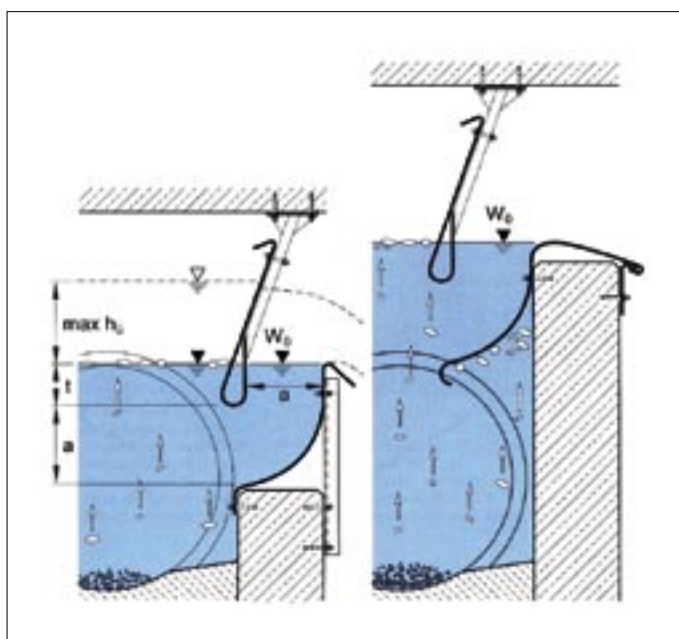
nih sten pred prelivi (sliki 9 in 10). Te potopne stene zmorejo pred izlivom v vodotok zadržati le plavajoči sloj, ki nastane pri prometni ali manipulativni nesreči z olji.

Na podlagi raziskav je prof. Brombach predlagal, da se izločevalec izza razbremenilnega ali zadrževalnega bazena nadomesti z znatno manjšo (in cenejšo) »pastjo« za lahke tekočine (slika 8), ki bo služila istemu namenu zadrževanja lahkih tekočin in plavajočih snovi.

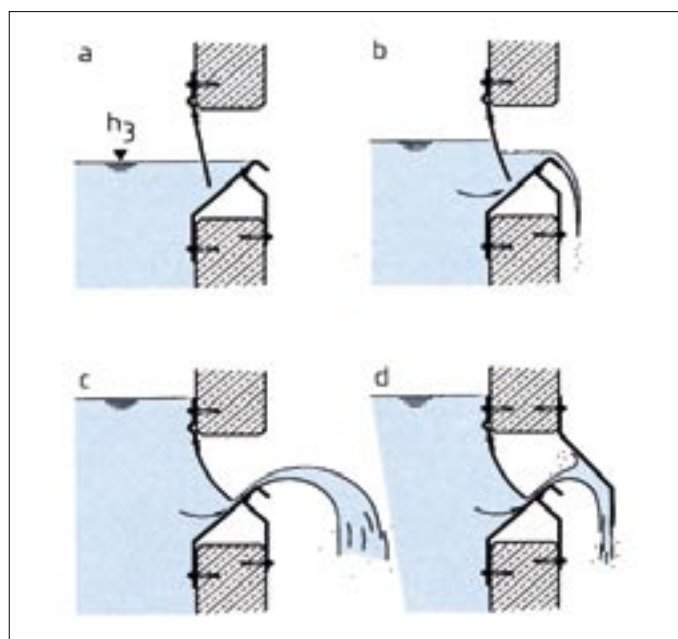
Pri vsakem praznjenju razbremenilnega bazena bodo v končni fazi praznjenja dotekale lahke tekočine oziroma nastali plavajoči sloji

v to past, nameščeno pred dušilko, in se bodo tam zaradi nižje ležečega ustja vtoka in iztoka dušilke tudi zadržali.

Tok na ta način ne potegne oljčnih mehurčkov skozi dušilko (in jih ne »zdrobi«). Z naraščajočo gladino v razbremenilniku hkrati narašča in se dvigne tudi gladina v pasti (princip vezne posode). S tem se mešanica ali plast lahke tekočine v pasti dviguje iz ogroženega (turbulentnega) dotočnega območja dušilke. V kolikor za dušenje odтока uporabimo vrtnično dušilko, se zveča zadrževalni čas pretoka skozi tako past proporcionalno drugemu korenu globine delnega polnjenja jaška.



Slika 9 • Montažna potopna stena UFT za naknadno vgraditev v razbremenilnik (RÜ) ali na bazenski preliv (BÜ) razbremenilnih bazenov (RÜB)



Slika 10 • Montažna samoregulacijska potopna stena UFT za naknadno vgraditev na čistilni preliv (KÜ) razbremenilnega bazena (RÜB) s čistilnim pretokom

V pasti se poleg lahkih tekočin nabirajo tudi druge plavajoče sestavine odtoka (cigaretni filtri, plutovinasti zamaški, damski vložki itd.), zato je potrebno občasno praznjenje vsebine te pasti z izsesavanjem v cisternsko vozilo. Jašek naj bo prekrit tudi z ustreznim pokrovom, ki ovira izhlapevanje lahkih tekočin.

Izpred pasti naj se namesti tudi ustrezní zadrževalec peska in kamenja, ki – kakor je znano iz praktičnih izkušenj – uspešno pripomore k pravilnemu in varnemu delovanju tovrstnih naprav.

Splošno se proti tem namestitvam razbremenilnih ali zadrževalnih bazenov z naknadnimi izločevalci običajno navajata dva (proti)argumenta, in sicer:

* nevarnost nabiranja in biološkega razpadanja olj na stenah bazena (širjenje emisij smradu in hlapov) ter

* nevarnost požara oziroma eksplozije.

Izkušnje kažejo, da so te navedbe glede na izredno majhne količine teh snovi kakor tudi zaradi dobrega zračenja in odzračevanja razbremenilnih in zadrževalnih bazenov zgolj teoretičnega značaja.

Razbremenilni bazeni (RÜB) pomenijo znatno večjo zaščito vodotokov kakor razbremenilniki (RÜ). Pri zelo pogostih majhnih intenzitetah dežja se razbremenilni bazeni ne prelivajo, zato se tudi bencin in olja ne izlivajo v vodotok.

Zadrževalni časi v razbremenilnih bazenih so običajno dovolj dolgi, da se v plavajočem sloju izločijo ter zberejo tudi težko izločljiva mineralna olja.

Pri večjih intenzitetah dežja je zelo visoka tudi verjetnost, da so bencin in olja prispeli v razbremenilne bazene v začetnem, tako imeno-

vanem čistilnem valu. Tako so vanje »ujeta« že v fazi polnjenja bazena, torej že zdavnaj pred pričetkom prelivanja bazenov, in se lahko med njihovim praznjenjem odvedejo samo v smeri čistilne naprave.

Ustrezno dimenzionirane in nameščene potopne stene v razbremenilnikih in na bazenskih prelivih (BÜ) kakor tudi na čistilnih prelivih (KÜ) več ali manj zanesljivo preprečujejo prelivanje plavajočih snovi in nastalih plavajočih slojev.

Razbremenilni bazeni (RÜB) delujejo tudi kot ogromni lovci lahkih tekočin. V razbremenilnem bazenu zbrane snovi in plavajoči sloj končno po izpraznjenju zadrževalne prostornine odteka naknadno v smeri čistilne naprave. V kolikor se na poti v čistilno napravo ta odtok ne razbremeni ponovno, bodo te snovi lahko v celoti dosegle čistilno napravo.

6 • ZAHVALA

Prof. Brombach in njegovi sodelavci so z opisanimi poskusi vplivali in utrli pot modernemu načinu zaščite okolja pred onesnaženji s prometnih in manipulativnih površin.

Iskreno se jim zahvaljujem za dovoljeno »rovarjenje v njihovem zelniku« kakor tudi za uporabo in prikaz njihovih podatkov ter slik v mojem članku.

Hkrati izkoriščam priložnost, da se prof. Brombachu ob njegovi upokojitvi nekoliko z zamudo zahvalim za leta bogatega strokovnega sodelovanja, za njegovo darežljivost strokovnega znanja, za njegovo pripravljenost prisluhniti strokovnim problemom ter vedno nudeno strokovno pomoč in pobude pri njihovih rešitvah.

7 • LITERATURA

Dr. Brombach, H., Benzin und Öl in der Kanalisation, Korrespondenz Abwasser, Heft 12/1983.

Bock, A., Steinauer, B., Naturnahe Wasserrückhaltung an Autobahnen, Bau intern, Heft 3/1986.

DWA e. V., ATV-A 128, Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen, april 1992.

Maleiner, F., Ločeni ali mešani sistem kanalizacije: odvajanje, čiščenje ter odstranitev padavinskih voda, 4. strokovni seminar, 25. 10. 2000.

DWA-M 115, Indirekteinleitung nicht häuslichen Abwassers, Teil 2, Anforderungen, julij 2005.

DIN EN 858, Abscheideranlagen für Leichtflüssigkeiten, februar 2005.

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest, Uradni list RS, št. 47/2005.

Maleiner, F., Ločeni ali mešani sistem kanalizacije?, Gradbeni vestnik, marec 2010.