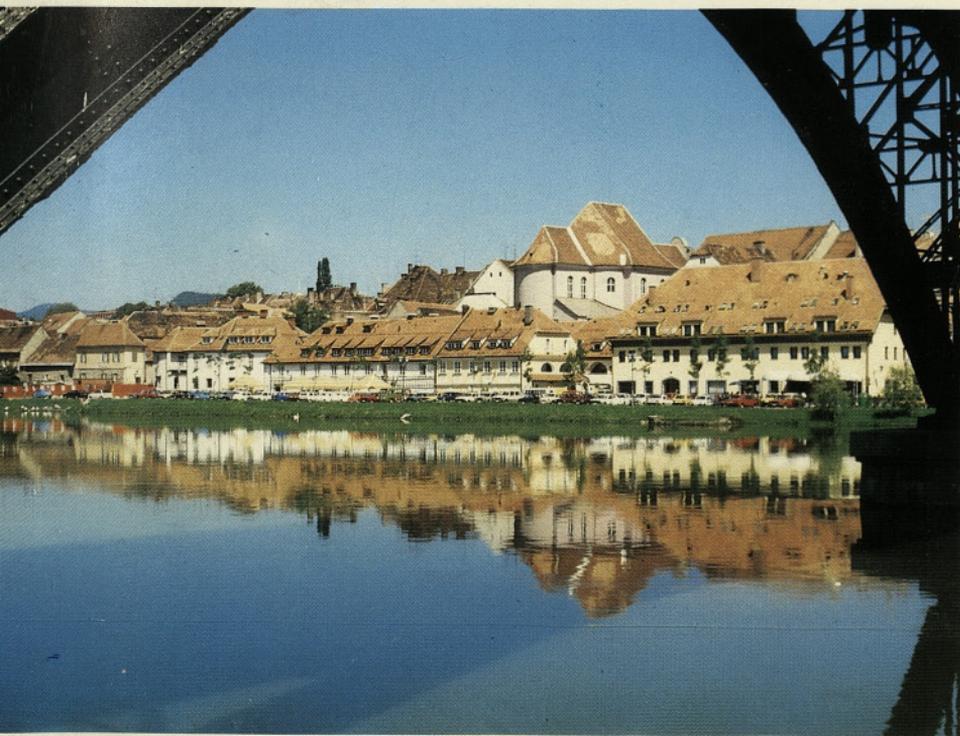


UDK-UDC 05:625;
YU ISSN 0017-2774

LJUBLJANA,
JANUAR-FEBRUAR, 1991

LETNIK XXXX
STR.: 1-72

GRADBENI VESTNIK 1-2



hidrogea

Glavni in odgovorni urednik:

Franc **ČAČOVIČ**

Lektor:

Alenka **RAIČ**

Tehnični urednik:

Dane **TUDJINA**

Uredniški odbor:

Sergej **BUBNOV**, Vladimir **ČADEŽ**,
Vojteh **VLODYGA**, Stane **PAVLIN**,
Gorazd **HUMAR**, Ivan **JECELJ**,
Branka **ZATLER-ZUPANČIČ**,
Andrej **KOMEL**,
Jože **ŠČAVNIČAR**, dr. Miran **SAJE**

Revija izdaja Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon: 221-587. Žiro račun pri SDK Ljubljana 50101-678-47602. Tiska Tiskarna Tone Tomšič v Ljubljani. Revija izhaja mesečno ob finančni pomoči RK za raziskovalno dejavnost in tehnologijo, Republiške vodne uprave, Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana, Fakultete za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani in Centralne tehnične knjižnice Ljubljana.



GRADBENI VESTNIK

GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE
Št. 1-2 • LETNIK 40 • 1991 • YU ISSN 0017-2774

VSEBINA-CONTENTS

Članki, študije,
razprave
Articles studies,
proceedings

J. Bleiweis: JUBILEJNO X. POSVETOVANJE JUGOSLOVANSKEGA DRUŠTVA ZA HIDRAVLICNE RAZISKAVE (JDHR) 9.–13. OKTOBRA – ILIDŽA	2
Aleš Horvat, Marjan Zemljič: PROBLEMATIKA UREJANJA HUDOURNIŠKIH OBMOČIJ V SLOVENIJI	3
SOME PROBLEMS OF THE TORRENTIAL REGIONS REGULATIONS IN SLOVENIA	
Zlatko Gabrijelčič: ZADRŽEVALNIK PIKOLUD V NOVI GORICI ELEMENT OBRAMBE PRED POPLAVAMI MESTA OB DRŽAVNI MEJI . THE STORAGE RESERVOIR PIKOLUD IN NOVA GORICA AN ELEMENT OF PROTECTION FROM FLOODS IN THE TOWN NEAR THE STATE FRONTIER	6
Rok Fazarinc, Jože Pintar: PLAZNA EROZIJA KOT POSLEDICA INTENZIVNIH PADAVIN	10
LAND-SLIDE EROSION AS THE CONSEQUENCE OF THE INTENSIVE PRECIPITATIONS	
Franci Rojnik, Jože Pintar: VODARSKI POGLEDI NA OHRANJANJE NARAVNIH VODOTOKOV	13
SOME HYDROTECHNICAL ASPECTS OF THE NATURAL STREAMS PROTECTION	
Smiljan Juvan: NARAVNO OBLIKOVANJE POVRŠINSKIH VODOTOKOV	16
NATURAL WATERCOURSE REGULATION	
Sonja Šiško-Novak: PROBLEMI, VEZANI NA KAKOVOST SLOVENSkih VODOTOKOV	17
SOME PROBLEMS OF THE SLOVENIAN WATERCOURSES QUALITY	
Darinka Ignjatovič, Alenka Zagorc: ČIŠČENJE ODPADNIH VOD V SANITARNIH MOČVIRJIH	20
WASTE WATER TREATMENT IN HELOPHYTE BEDS	
Otokar Luznik: SOŠKI PROMETNI KORIDOR OGROŽA PITNO VODO OBEH GORIC	23
THE SOČA TRAFFIC CORRIDOR IS THREATENING THE DRINKING WATER IN BOTH CITIES OF GORICA	
Marijan Tomšič: NAČIN SANACIJE OBSTOJEČEGA ZAJETJA PITNE VODE IZVIRA MALNI	26
ON METHOD OF THE EXISTING CAPTURE SANATION OF THE DRINKING WATER SPRING OF MALNA	
Darinka Ignjatovič: NAČRTOVANJE ODLAGALIŠČ KOMUNALNIH IN POSEBNIH ODPADKOV	29
URBAN AND SPECIAL WASTE DEPOSITS PLANNING	
Stanko Bukovnik, Marko Slokar: PROBLEMATIKA ODLAGALIŠČ KISLEGA GUDRONA V MARIBORU	33
SOME PROBLEMS OF THE ACID GOUDRON DEPOSIT IN MARIBOR	
Blaženka Fliser, Emil Žerjal, Mirko Veronek: EKOLOŠKA SANACIJA JAME PRI KRIŽU NA DRAVSKEM POLJU	36
DECONTAMINATION OF THE GRAVEL PIT JAMA PRI KRIŽU ON DRAVSKO POLJE	
Igor Čehovin: PROBLEMATIKA ZASTAJANJA SUSPENZIJ V AKUMULACIJSKIH BAZENIH	38
PROBLEMS OF THE SEDIMENT DEPOSITION IN RIVER ACUMULATIONS	
Smiljan Juvan: MODELIRANJE HIDRAVLICNIH STOPENJ-PRAGOV S HRBTOM	41
MODELING OF THE FLOW IN SMALL STILLING BASING	
Dušan Ciuha: HIDRAVLICNE MODELNE RAZISKAVE ZA HE BUK BIJELA	45
HYDRAULIC MODEL INVESTIGATION FOR HYDROELECTRIC POWER PLANT BUK BIJELA	
Vladimir Verbovšek: HIDROLOŠKE PODATKOVNE BAZE NA PC RAČUNALNIKU	51
HYDROLOGIC DATA BASES ON PERSONAL COMPUTER	
Tomaž Vuga: PALOMAR – OBLIKA JUGOSLOVANSKO-ITALIJANSKEGA SODELOVANJA IN SANACIJE JADRANSKEGA MORJA PALOMAR – THE FORM OF THE YUGOSLAVIAN-ITALIAN COOPERATION AND SANITATION OF THE ADRIATIC	53
Franci Avšič, Darko Burja: SPREMEMBE HIDROLOŠKEGA REŽIMA ZARADI HIDROMELIORACIJE OB REKI POLSKAVI	57
CHANGES OF HYDROLOGIC REGIME BY LAND REKLAMATION ON RIVER POLSKAVA	
Jure Banovec, Leon Hladnik: POMEN ROTACIJSKE KAPACITETE PRI ELASTIČNO-PLASTIČNI ANALIZI RAVNINSKIH OKVIROV	61
Miha Ramšak: ZMANJŠANJE ZVOČNE IZOLIRNOSTI MASIVNIH PREGRAD ZARADI NEUSTREZNEGA OBLAGANJA	69
REDUCING SOUND INSULATIONS OF HEAVY PARTITIONS BY THE IMPROPER ADDING OF LAYERS	

Poročila Fakultete za
arhitekturo, gradbeništvo
in geodezijo

Proceedings of the
Department of Civil
Engineering University
É. Kardelj, Ljubljana

Informacije Zavoda za
raziskavo materiala in
konstrukcij Ljubljana

Proceedings of the
Institute for materials and
structure research
Ljubljana

JUBILEJNO X. POSVETOVANJE JUGOSLOVANSKEGA DRUŠTVA ZA HIDRAVLIČNE RAZISKAVE (JDHR)

9.–13. OKTOBRA – ILIDŽA

UDK 626/627:659.24(497.1)

J. BLEIWEIS

Leta 1953 ustanovljeno društvo je prirejalo po prvem posvetovanju l. 1954 v Beogradu posvetovanja vsaka štiri leta in po ustaljeni razporeditvi po vseh republikah. Posvetovanja prireja pet sekcij JDHR, ki imajo sedeže v republiških centrih, kjer so eksperimentalne in raziskovalne baze in kjer je organiziran visokošolski študij hidrotehnične smeri. V Sloveniji sta bili doslej posvetovanja na Bledu (drugo – 1958) in v Portorožu (1982).

X. posvetovanje je potekalo zaradi šibkega finančnega stanja društva brez blišča »jubilejnosti«, zato pa so organizatorji – sodelavci Zavoda za hidrotehniko na Gradbeni fakulteti v Sarajevu – od sponzorjev in donatorjev zbrana sredstva razumno porabili za izdajo zajetnega Zbornika (740 strani) s 63 prispevki, ki so jih za posvetovanje pripravili avtorji. Zbornik je bil natisnjen in razposlan dovolj zgodaj pred pričetkom posvetovanja, število prispevkov presega za 30% doslej največje doseženo število, povprečje pa za nad 100%. To priča o živahni dejavnosti raziskovalcev – zlasti mlajših – v preteklem štiriletnem obdobju.

Organizatorji so tematiko prispevkov razdelili na 6 področij. V prvem, ki je obravnavalo hidravliko toka s prosto gladino ter hidravliko jezer in morja (14 objavljenih prispevkov), je dogajanja svojih raziskav prikazalo 11 avtorjev. Obravnavali so večinoma računalniško podprto raziskovanje in matematično modeliranje pojavov iz naslovnega področja. Za približno informacijo o vsebini prispevkov bodo v naslednjem označena dela, ki so jih prikazali slovenski raziskovalci. Mag. M. Četina s FAGG je poročal o nekaterih primerih uporabe dvodimenzionalnih matematičnih modelov pri računanju gladin pri toku, ki se razliva v dveh dimenzijah. Prof. dr. Rajar, tudi s FAGG, je poročal o sestavi in aplikacijah tridimenzionalnega matematičnega modela. Model je uporaben pri določanju tokov v jezerih in morjih in s tem pri transportu polutantov. Mag. Steinman, prav tako s FAGG, pa je v dodatno prijavljenem prikazu govoril o lastnih izboljšavah izračunavanja sekundarnih tokov v prečnem preseku in s tem o možnosti določanja erozijskih sil ob brežinah in ob dnu ter posredno raztekanja kontaminantov ali razširjanja toplote v prečnem prerezu toka.

Iz področja hidravlike sistemov pod tlakom (16 objavljenih prispevkov) je svoje izsledke tolmačilo 13 avtorjev, ki sta se jima priključila dodatno še dva. Eden od teh, D. Ciuha iz VGI – Vodogradbenega laboratorija, je poročal o modelnih raziskavah vpliva prostorskega natoka k cevni turbini HE in o optimalni varianti izvedbe natoka. Tudi prispevek dr. A. Pemiča iz VGI-VL je iz tega področja. Poročal je o raziskavah na fizičnem modelu, ki zadevajo vpliv dovajanja zraka izza globinskih zapornic na vodni pretok in vpliv modelnega merila.

O hidravliki podtalnice (14 objavljenih prispevkov) je razpravljalo deset prisotnih avtorjev. V tem sklopu, ki ni imel nobenega predstavnika iz Slovenije in ki je zlasti v beograjskem centru dosegel vidne uspehe, so avtorji obravnavali specifične primere obnašanja podtalnice in vpliv parametrov vodonosnikov.

Področje 4 – hidravlika komunalnih hidrotehničnih sistemov in 5 – hidravlični vidiki upravljanja s hidrotehničnimi sistemi, sta bili šibko predstavljeni (4 oz. 3 objavljeni prispevki), pa še od teh so bili prisotni le 4 avtorji, ki so tolmačili svoja dognanja v glavnem s področja vodovodov in kanalizacij.

Številnejši so bili prispevki iz 6. področja – metode in tehnologija hidravličnega raziskovanja (12 objavljenih prispevkov). Tu je 11 avtorjev poročalo o rezultatih, dobljenih na fizičnih modelih. Med temi raziskovalci iz VGI-VL mag. Igor Čehovin, ki je poročal o sodobni elektronsko-regulacijski opremi modelov v Vodogradbenem laboratoriju in primerjavi s klasičnimi merskimi metodami. D. Ciuha, ki je prikazal pristop in rezultate pri hidravlično optimalnem oblikovanju podslapja HE Buk–Bijela, ter T. Haller, ki je raziskoval sisteme ozračevanja talne zaklopke tako, da ti ne povzročajo neprijetnih posledic. V tem sklopu je poročal tudi B. Končar, ki je skupaj z mag. F. Steinmanom raziskoval vplive nezadostno pretvorjene energije v podslapju za nizkim pragom.

Med posvetovanjem so bili tudi štirje specializirani razgovori o matematičnem modeliranju pri hidravličnem raziskovanju: o osmišljanju predmeta informatike na gradbeni fakulteti v Zagrebu, o opremljanju, možnostih in o povezovanju naših raziskovalnih zavodov ter o izobraževanju iz mehanike tekočin na naših visokih šolah.

Dosledno je posvetovanjem priključena Skupščina JDHR. O aktivnostih društva v preteklem obdobju je poročal dosedanji predsednik prof. dr. A. Angelovski s skopske gradbene fakultete. Kot rezultat specializiranih razgovorov so bili sprejeti ustrezni sklepi in priporočila glede koordinacije pri izvajanju jugoslovanskih projektov, ki zadevajo mehaniko tekočin in zaščito Jadranskega morja. Na koncu je bil razrešen dosedanji odbor. Za novo štiriletno obdobje pa je bil za predsednika izvoljen prof. dr. R. Rajnar s FAGG.

Avtor:
prof. dr. J. Bleiweis, dipl. gradb. inž.

PROBLEMATIKA UREJANJA HUDOURNIŠKIH OBMOČIJ V SLOVENIJI

UDK 627.141 + 556.18

ALEŠ HORVAT, MARIJAN ZEMLIČ

SUMMARY

Avtorja podajata oris erozijske in hudourniške problematike v Sloveniji. Opozarjata na nasprotja, ki so prisotna v gospodarjenju s hribovitim svetom, s poudarkom na varstvu pred erozijo in hudourniki. Osvetljujeta ekološke probleme in nakazujeta nekatere možne strokovne rešitve.

SOME PROBLEMS OF THE TORRENTIAL REGIONS REGULATIONS IN SLOVENIA

POVZETEK

Authors analyse erosion and watershed management problems in mountainous regions of Slovenia. They show counterariness between different ways of management and prevention from erosion and torrents in mountainous areas. In conclusion, they claim for a more integrated approach, showing some ecologically and technically acceptable solutions.

1. UVOD

Urejanje hudourniških območij je ena najstarejših organiziranih dejavnosti v Sloveniji. Naš hriboviti prostor je zelo občutljiv svet, v katerem se človek že dolgo časa bori za ohranjanje krhkega ravnovesja med varovalnimi in rušilnimi naravnimi silami.

Kljub že doseženemu precejšnjemu uspehu nas še vedno številne neugodne posledice divjanja neurij ponovno opozarjajo na pomembnost trajnega strokovnega urejanja hudourniških območij.

2. STANJE EROZIJE V SLOVENIJI

Po rezultatih dosedanjih raziskav so vidni erozijski pojavi v Sloveniji razprostranjeni na skoraj 9000 km² oziroma 44 % njene površine. Nad 4000 km² (1/5 Slovenije) teh površin tvorijo skupne prispevne površine okrog 370 hudourniških območij, ki so bolj ali manj gosto preprežena s površinami, s katerih je spiranje in odplavljanje erozijskega detritusa ter zasipavanje plodnih zemljišč z jalovimi naplavinami večje kot je obnova plodnih tal.

V teh območjih je blizu 30.000 ha močnejše erodiranih površin, od katerih ca. eno tretjino ali skoraj 10.000 ha zavzemajo odprta žarišča globinske ali bočne erozije ter udori in usadi.

Poseben problem predstavljajo območja, kjer prihaja do razmakanja in plazenja zemljin ter trganja zemeljskih plazov, v večini hidromorfološkega izvora. Množico zemeljskih plazov je težko celovito in sproti evidentirati. Naj omenimo le sveže posledice neurij na šentjurskem in laškem območju avgusta 1989, ko se je sprožilo ca. 360 svežih zemeljskih plazov s skupno površino ok. 1850 ha, ki so narinili ca. 15.000 m³ plazovine.

V grobem lahko na podlagi do sedaj zbranih podatkov sklepamo, da ok. 30 % površine Slovenije sestavljajo zemljišča, ki, če so preveč razmočena, plazijo.

Obširna pobočja in njihova vznožja pa ogrožajo tudi drsenje snežne odeje in snežni plazovi. Izrazito plazovita območja obsegajo kakih 16.000 ha z nad 500 večjimi in okrog 1500 manjšimi stalnimi snežnimi plazovi. Po podatkih preliminarnega katastra snežnih plazov le-ti na več kot 210 mestih ogrožajo objekte in javne komunikacije.

Vsi omenjeni procesi sproščajo na celotnem območju Slovenije letno okrog 5,2–5,3 mio m³ erozijskega detritusa. Upoštevajoč njegovo povprečno zrnatost, po kateri je nad polovico teh količin drobnejših od 0,6 mm in jih torej lahko obravnavamo kot plodna tla, predstavlja ta, letno nepovratno odplavljena količina ekvivalent nad 1300 ha izgubljenih plodnih zemljišč debeline 20 cm.

Avtorja:

Aleš Horvat, dipl. inž. gozd., Podjetje za urejanje hudournikov, p.o., Ljubljana, Hajdrihova 28

Marijan Zemlič, dipl. inž. gozd., Podjetje za urejanje hudournikov, p.o., Ljubljana, Hajdrihova 28

Z omenjenih 4000 km² hudourniških zlivnih območij pa se sprošča letno povprečno blizu 2,5 mio m³ erozijskega drobirja, kar predstavlja specifično sproščanje več kot 620 m³/km².

To je le povprečje za celotno površino, medtem ko znaša maksimalno sproščanje na soški strani Julijcev ca. 2800 m³/km² letno, v zahodnih Karavankah pa celo blizu 3000 m³/km² letno.

V teh območjih (gorski in visokogorski svet nad 500–600 m n.m.) – če vzamemo grobo povprečje erozijskega sproščanja z okoli 2000 m³/km² letno in le okrog polovico tega zrnatosti plodnih tal – je letno nepovratno odplavljeno ca. 50 ekvivalentnih arov plodnih zemljišč z vsakega km², kar bi pomenilo popolno ogolitev teh površin v kakih 200 letih, če bi erozijski procesi napredovali le z enakomerno hitrostjo, kar pa, žal, ni res. Razvijajo se namreč pospešeno intenzivno, torej z neko geometrijsko progresijo, in to kljub protiukrepom, še zlasti, ker slednji niso dovolj usmerjeni v sanacijo erozijskih žarišč.

Vse sproščene količine pa niso odplavljene nemoteno in neposredno v sprejemne reke Sočo, Savo ali Dravo ter njihove večje pritoke. Kakih 60 % jih zastaja in začasno obleži že v erozijskih in hudourniških grapah, na pobočjih, na meliščih in sipinah ob vznožju gorskih ostenj ter na hudourniških vršajih. Od tod jih odplavljajo bodisi srednje in nekoliko višje vode postopoma, bodisi čakajo tam na nenadne neurne vode. Taki nenadni, sporadični hudourniški izbruhi lahko povzročijo škode, ki tudi tisočkratno presežejo povprečje letnih škod na posameznem območju (kot npr. ob izbruhu hudournika Hladnik pri Martuljku jeseni 1966 ali katastrofalne poplave pohorsko-kozjaških hudournikov v juliju 1970 ali že omenjene katastrofe na območju Šentjurja, Laškega in Haloz v avgustu 1989).

PUH

**PODJETJE ZA
UREJANJE HUDOURNIKOV p.o.**

61001 LJUBLJANA, HAJDRIHOVA 28
POŠTNI PREDAL: 319, TELEFON: (061) 210 812
ŽIRO RAČUN: 50101-601-23467

Od ostalih ca. 40 % erozijskega drobirja, tj. od ca. 2,0 mio m³/letno, ki jih neurne vode odplavljajo po hudourniških strugah prvega reda v sprejemne reke Sočo, Savo in Dravo, se približno četrtina odlaga in zaustavlja že na prehodih iz hudournikov v reke ter v zgornjih tokih rek, preostali poldrugi milijon m³ pa vpliva predvsem na ekonomsko življenjsko dobo umetnih in naravnih vodno-akumulacijskih objektov.

Z občasnim praznjenjem njihovih akumulacij lahko odplavljamo naprej le dobro četrtino od lebdečih plavin, ki se posedajo tik za pregradami v »mrtvem prostoru« zaježitve, medtem ko se debelejšje, rinjene plavine odlagajo v zaježitveni prostor od njegovega korena navzdol, v dolvodni smeri, s čimer neposredno zmanjšujejo njegov »uporabni« prostor.

3. GOSPODARJENJE V HRIBOVITIH OBMOČJIH

Gospodarsko uporabne površine so v hribovitih predelih razkosane, težko dostopne, pogojujejo zahtevno gospodarjenje. Ohranjanje naravnega ravnovesja zahteva domišljeno, okolju prilagojeno, t. i. sonaravno gospodarjenje.

V teh predelih je le kakšnih 10 % ravnih površin, ki so primerne za sekundarne in terciarne dejavnosti. Te ravni ležijo praviloma ob vodotokih. Tu naletimo tako na poplavna območja, na vplivna območja hudourniških izbruhov, vodne rezervate, prometnice, naselja, komunalne in proizvodne površine, obdelovalna zemljišča. Zaradi pomembnosti tega sveta je realna gostota poselitve 10 do 20-krat večja od statističnih povprečij, posledice tega poudarjenega pritiska na prostor pa močno ogrožajo krhko naravno ravnovesje.

Človek teži v mozaični svet hribovja in gorovja, v rezervate voda, zdravja in ekološke obnove. Ohranjanje ravnovesja hudourniških območij ni nekaj statičnega, varstvo okolja pa ne nekaj namišljenega. Gre za osveščenost ljudi, za smotrno načrtovanje in gospodarjenje s prostorom, za vzdrževanje kulturne krajine, ki jo je stoletja oblikoval človek. To je občutljivo posebno v hribovju, izpostavljenemu naglemu odtoku voda, spiranju in plazenju zemljišč ter kopičenju erozijskega drobirja, s tem pa preusmerjanju vodnih tokov prek labilnih zemljišč in zaplavljanju dolin. Gorjan, poznavalec gora, ki je stoletja negoval hribske zelenice in se bojeval z ujмами, odhaja v industrializirane kraje. Iz tehniziranih središč pa beži v ta svet rekreacije in sprostitve željan človek, z zmotnim mnenjem, da so hribske kulture same po sebi obstojne in neuničljive dar narave. Obstojne prvobitne narave, izvzemši skalne gore, skoraj ni; pa tudi kjer je, različni neugodni človekovi vplivi pogojujejo hidromorfološke procese.

Degresivne razvojne težnje antropogeno pogojenih naravnih sistemov ter naraščajoče prostorske in surovinske potrebe kažejo, da hribovja in gorovja, izvzemši posamezne krajinske in kulturne posebnosti, ne bo mogoče ohraniti nespremenjenega. Če smo pošteni, moramo priznati, da prakrajine v Sloveniji praktično ni, je le bolj ali manj kulturna, zaradi človekovih bolj ali manj domišljenih vplivov preoblikovana krajina. Ideja o zaustavitvi razvoja bi bila nevarna prevara. Znano pa je tudi, da antropogeno pogojeni naravni sistemi z ekstenzivnim gospodarjenjem slabe, z zavestno razvitim sonaravnim gospodarjenjem pa se obnavljajo.

Nasprotja bomo morali obvladati z bolj vsestranskim in bolj dinamičnim, sonaravnim urejanjem prostora, le tako bomo dosegli želene kvalitete antropogeno prilagojenih naravnih sistemov. Svoje potrebe bomo morali kriti z uglašenimi kombinacijami v mozaičnem svetu, ne da bi siromašili naravno harmonijo. To pa je strokovno, gospodarsko in sociološko zahtevna naloga.

4. RAZVOJNE USMERITVE HUDOURNIČARSTVA

Pred hudourničarstvom so v slovenskem prostoru, kljub že obsežnim, v preteklosti izvedenim urejevalnim delom, še številne naloge.

Da bi preprečili neugodne posledice delovanja erozije hudournikov in ohranili krhko ravnovesje med odpornostjo ekosistemov in naravnimi rušilnimi silami, moramo načrtovati dolgoročne in trajne protierozijske ukrepe, z upoštevanjem sprememb v okolju in novih strokovnih spoznanj.

Prednost pri urejanju naj imajo območja,

- kjer so erozijski procesi skoncentrirani oz. progresivno napredujejo,
- kjer je večja družbena in gospodarska pomembnost ogroženih prostorskih vrednot
- in kjer z manjšimi stroški doseženo večji ekološki in ekonomski uspeh.

Dolgoročno pa so pomembni zlasti naslednji cilji urejanja:

- vzdrževanje in obnavljanje obstoječih varstvenih objektov,
- zmanjševanje škod, ki jih povzročajo hudourne vode,
- povečanje varnosti pred hudournimi vodami in erozijo,
- urejanje zaledij hudournikov in erozijskih žarišč,
- zagotavljanje optimalne količinske in kakovostne razporeditve voda v prostoru
- in usmerjanje smotrne rabe prostora.

Pri urejanju hudournikov in erozijskih žarišč moramo še bolj preiti iz kurative v preventivo, k odklanjanju vzrokov napredujoče erozije in pretiranih odtokov voda, hkrati pa z ustreznimi ukrepi obogatiti kritično nizke pretoke voda.

Število kakovostnih vodnih virov pa tudi površinskih vodnih tokov iz hudourniških zlivnih območij, ki so še bistri in niso onesnaženi, je treba ohraniti in z vsemi možnimi ukrepi zaščititi za bodoče, kolikor toliko varno in zdravo, življenje.

LITERATURA

- Bernot, R., Šegula, P.: Preliminarno poročilo o delu na katastru snežnih plazov na ozemlju SR Slovenije, – HMZ SRS, Ljubljana, 1983.
- Horvat A.: Hudourne vode v Sloveniji – UJMA, Ljubljana 1987 (1).
- Horvat A., Robič F.: Hudournišvo na Slovenskem – PUH in več OVS, Ljubljana, 1986.
- Pintar J.: Zasnova urejanja hribovja in gorovja – CIPRA 77, Ljubljana 1977, s.11–17, referat.
- Pintar J.: Sneg in snežni plazovi – VGI Ljubljana, 1983, študija zasnove.
- Zemljič M. in sod.: Stanje, problemi i savremeni metodi za borbu protiv erozije i bujica, Zvezek SR Slovenija – Ljubljana–Beograd, 1970.

Pomembnosti obvladovanja pojavov v hudourniških območjih za ohranitev in razvoj dežele se je treba zavedati z vso resnostjo. Zato pa je nujno ustrezno načrtovanje, pa tudi vlaganje ustreznih finančnih sredstev. V naprednih deželah, ki so po ekoloških značilnostih podobne našim, namenjajo intenzivnemu in sistematičnemu urejanju hudourniških območij od 30–60% skupnih sredstev, ki jih vlagajo v vodno gospodarstvo, dočim jih pri nas le dobrih 7%. Spremembe so torej nujne tudi v razdelitvi »vodnega denarja«. Vodni režim se oblikuje v hribovju, ne v nižinah!

Pojave, s katerimi se pri urejanju hudourniških območij soočamo, moramo usmerjati. Nujne so celovite ureditvene zasnove, stalna prisotnost v prostoru, redno vzdrževanje objektov in naravnih strug ter postopno, naravi in normalnemu razvoju prilagojeno urejanje.

PUH

**PODJETJE ZA
UREJANJE HUDOURNIKOV p.o.**

61001 LJUBLJANA, HAJDRIHOVA 28
POŠTNI PREDAL: 319, TELEFON: (061) 210 812
ŽIRO RAČUN: 50101-601-23467

Nadaljevati moramo z ohranjanjem ravnovesnih razmer in plemenitenjem naravnih danosti.

Stalni strokovni razvoj, kadrovska kontinuiteta, povezava znanosti z realnimi problemi v prostoru morajo ostati imperativ hudourničarske službe. Varstvo okolja, kar urejanje hudourniških območij prav gotovo je, zahteva poleg emocionalnih hotenj tudi teoretično znanje, direktno seznanjenost s prostorskimi problemi in ne nazadnje tudi operativno usposobljenost za izvajanje domišljenih ukrepov. Naj nam bosta zato svetel zgled nestorja hudourničarske službe v Sloveniji diplomirana inženirja Alojzij Štrancar in Janko Seljak, ki sta menila, da je optimalno takšno urejanje vodnega režima v hudourniških območjih, da, ko so razvojni cilji doseženi, laik ne ve, ali je to delo človeka ali narave.

ZADRŽEVALNIK PIKOLUD V NOVI GORICI ELEMENT OBRAMBE PRED POPLAVAMI MESTA OB DRŽAVNI MEJI

UDK 627.51

ZLATKO GABRIJELČIČ

POVZETEK

Zadrževalnik Pikolud na potoku Koren v Novi Gorici je lociran v rekreacijskem območju v vzhodnem predelu nastajajočega mesta.

Ob izdatnih deževjih padavine v Novi Gorici presežejo dnevno višino 300 mm, urne količine pa so tudi višje od 130 mm. Tedaj osnovni odvodnik Koren zaradi ureditev na dolvodnem odseku ne zmore prevajati maksimalnega pretoka nad $60 \text{ m}^3/\text{s}$, zato je bil zgrajen zadrževalnik, ki visokovodno konico pred mestom zravna in jo zmanjša na pretok v mestnem delu struge na največ $20 \text{ m}^3/\text{s}$ z zakasnitvijo odtoka prek državne meje in nadalje proti reki Soči.

Učinek tako zadržanega odtoka je zmanjšanje visokovodne gladine, ki povzroča katastrofalne poplave najprej v našem mestu, nato pa še v mestu v sosednji državi.

S tem ostaja struga potoka Koren v mestnem delu prosta za razbremenjevanje padavinskih voda iz odvodnikov v mestu, ki zadržujejo odtok v kanalskem sistemu, kar ima za posledico poplave v njem.

THE STORAGE RESERVOIR PIKOLUD IN NOVA GORICA AN ELEMENT OF PROTECTION FROM FLOODS IN THE TOWN NEAR THE STATE FRONTIER

SUMMARY

The storage reservoir Pikolud on the stream Koren in Nova Gorica is located in a recreation area in the East part of the growing town.

In the stormy rainfalls which in one day in Nova Gorica exceed the height of 300 mm, in one hour however they reach a height of over 130 mm, the base channel Koren as a consequence of the regulations in the downstream sections cannot transport the maximum outlet of $60 \text{ m}^3/\text{s}$.

For that reason, a storage basin was built on the brook which can reduce this outlet in the town section on the bulk of $20 \text{ m}^3/\text{s}$ by delaying its passage across the State frontier and its flow into the river Soča.

The effect of an outlet which is delayed in this way is the reduction of the high levels of the torrent which caused the catastrophic floods at first in our town, then also in the town of the neighbouring State.

With that the channel of the stream Koren in the town section remains free for discharging the rainfall from the gutters of the town areas, which retains it in the system of the town drains and this caused the floods.

UVOD

Ujma, ki je prizadela Goriško v noči med 16. in 17. oktobrom 1983, je povzročila poplave na površinah ca. 340 ha v mestu Nova Gorica z materialno škodo, ki valorizirana v začetku 1990 znaša 540 milijonov dinarjev.

Zajezena voda je zaradi nezadostne prevodnosti pokritega dela potoka Koren pri prehodu prek državne meje po dvigu ca. 1,20 m nad okolišni teren vdrla s količino nad $20 \text{ m}^3/\text{s}$ po ulici San Gabriele proti središču mesta v Italiji in s tem poplavila novih 150 ha urbaniziranih površin, tako, da je bilo poplavljenih površin ca. 500 ha v obeh mestih.

Poplavna voda je bila pomešana z naftnimi derivati in kanalizacijo, s čimer je ogrožala zdravje celotnega življa mesta na obeh straneh državne meje, ki šteje okoli 70.000 prebivalcev.

Avtor:
Zlatko Gabrijelčič, dipl. inž. gradb., Vodnogospodarsko
podjetje Soča, Nova Gorica

Zaradi tega so bile na medmestni in meddržavni ravni po letu 1983 povečane aktivnosti za čim hitrejšo reševanje vodnogospodarske in komunalne problematike mesta Nova Gorica.

Po podatkih, ki jih hranita Hidrometeorološki zavod SRS in Magistrat za vode iz Benetk, je bilo ugotovljeno, da so takšne padavine prizadele področje v letih 1930, 1942, 1957, 1964, 1975 in 1983 – torej povprečno kar na 10 let in je bila s tem stopnja ogroženosti mesta ocenjena na 10-letno povratno dobo.

Poplave so se ponovile v oktobru 1987, mesto pa so ogrožale tudi v avgustu 1988.

Iz preliminarne študij in razprav, ki so sledile, povzema, da bodo ukrepi preureditve odvodnega sistema v mestu v dolgoročnem programu na področju vodnega in komunalnega gospodarstva zahtevali investiranje v znesku nad 400 milijonov dinarjev.

Pri tehtanju, kateri ukrep bi imel ključni pomen, smo se odločili, da se zgradi v mestu zadrževalnik Pikolud. To naj bi bil prioriteten objekt, tako zaradi trenutne učinkovitosti kot tudi zaradi možne realizacije glede na potrebna sredstva in roke izvedbe.

Objekt je bil v letih 1987–1989 tudi zgrajen, tehnično prevzet v februarju 1990 in je v celoti pripravljen, da odigra svojo vlogo.

PODATKI O PADAVINAH IN PRETOKIH

Opazovanja padavin se v Novi Gorici izvajajo od leta 1970, v mestu Gorica v Italiji pa od leta 1923.

Katastrofalne odtok v mestu Nova Gorica povzročajo nekajurne intenzivne padavine, ki padejo na že namočeno ali zmrznjeno zemljišče.

Sinteza maksimalnih opazovanih podatkov višine padavin na ožjem območju je naslednja:

Opazovano obdobje	Trajanje padavin ur v mm				
	1	2	3	6	24
1923–1982 (I)	60,6	–	84,6	89,0	165,2
1970–1982 (JU)	55,8	62,2	65,8	89,6	122,2
1983	66,2	104,5	148,6	256,4	308,7
1987	66,6	94,9	121,8	202,7	311,7
1988 N.Gorica	122,4	131,1	170,9	187,7	218,6
1988 Kekec	140,5	147,0	191,2	212,0	240,8
1923–1988 (JU-I)	140,5	147,0	191,2	212,0	311,7

Takšno stanje padavin na območju povzročča v potoku Koren odvisno od intenzivne urbanizacije in s tem povežane hitrosti zbiranja in odtoka voda proti odvodnikom v glavnem zbiralniku naslednje maksimalne odtok v posameznih bilančnih prerezh.

Bilančni prerez	Oddaljenost od izliva	Vodozbirna površina	Visokovodni pretok
	km	km ²	m ³ /s
– pregrada zadrževalnika	4,90	5,10	31
– državna meja z Italijo	3,30	8,43	66
– iztok v Sočo	0,00	11,20	100 do 120

VODNOGOSPODARSTVO



Na odseku ca. 1700 m (200 m na jugoslovanski in 1500 m na italijanski strani) pa je pretočni profil zaradi prekritij omejen in sicer na jugoslovanski strani na 20 m³/s, na italijanski pa na začetku na 30–35 m³/s.

Skupaj s problematiko odvajanja neprečiščenih odplak prek državne meje, ki ob nizkovodnem stanju potoka pomeni razredčitev 1:1 z odtokom koliformnih klic velikostnega reda 20 × 10⁸, kar pomeni v reki Soči pri minimalnem pretoku 10-krat previsoko koncentracijo ob upoštevanju normativov za drugi kakovostni razred, je problematika potoka Koren predmet vsaj 20-letnega usklajevanja med obema mestoma ob državni meji.

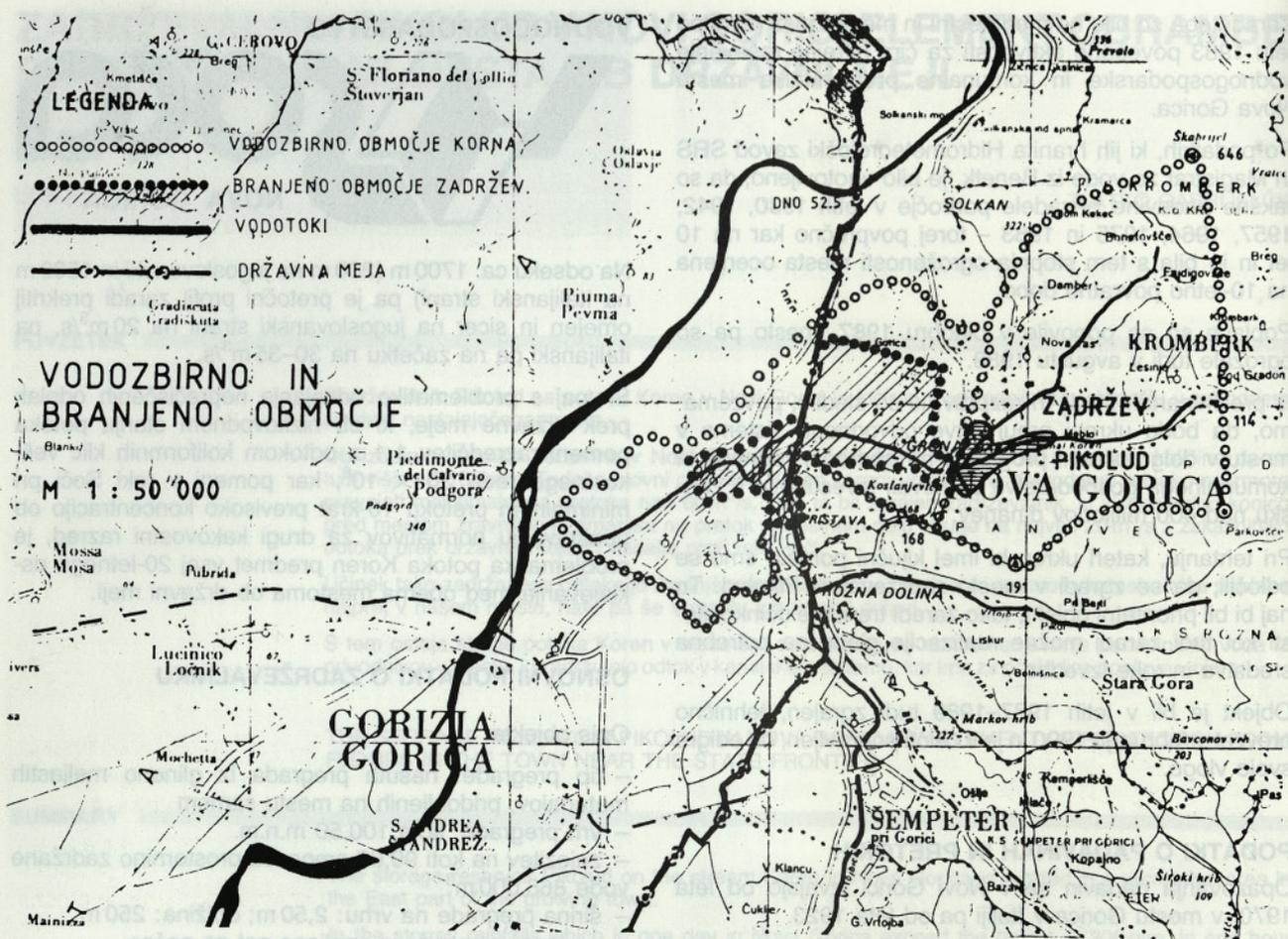
OSNOVNI PODATKI O ZADRŽEVALNIKU

Opis objekta

- tip pregrade: nasuta pregrada iz glineno meljastih materialov, pridobljenih na mestu samem
- vrh pregrade: kota 100,50 m.n.m.
- zajezev na koti 99,66 omogoča prostornino zadržane vode 868.000 m³
- širina pregrade na vrhu: 2,50 m; dolžina: 250 m
- po kroni pregrade je speljana pot za pešce
- v pregrado je vgrajenih 11.000 m³ materiala, 3.000 m³ pa v nadvišanje streliške ceste in pot prek pregrade
- razmerje Vnas/Vak je 1:80
- hidromehanska oprema je težka ca. 15 t, celotna oprema pa do 20 t

– upravljanje dviznega mehanizma je avtomatično z električnim signalom iz mernega mesta ca. 1150 m dolvodno od pregrade

– za primer potrebe je možno ročno upravljanje, projektno pa je predvideno tudi daljinsko upravljanje za končno fazo



– celotna vrednost opravljenih del znaša 30 mio din.

visokovodni pretok iz zaledja pred vtokom v mestni del struge.

Osnovne značilnosti zadrževalnika

Zadrževalni volumen objekta predstavlja ca. 35% celot-

Povratna doba let	Gladina v zadrževalniku m.n.m.	Volumen m ³	Čas zadrževanja ur	Poplavljeni površine ha
1		60.000	12	v strugah
2	96.30	90.000	19	7
5	96.87	172.800	24	12
10	97.35	264.000	30	18
25	98.08	433.400	37	22
50	98.86	639.700	46	25
100	99.66	868.000	58	29

PROGRAM ZADRŽEVANJA IN INFORMACIJSKI SISTEM

Dežurna služba vodnogospodarske organizacije v Vodnogospodarskem podjetju sproži akcijo izvajanja načrta obrambe pred poplavami in s tem postopno tudi pripravljenost strokovnega in operativnega kadra za eventualno potrebno intervencijo.

Zaradi omejene prevodne sposobnosti potoka Koren na skupni dolžini ca. 1700m v obeh mestih ob državni meji, zadrževalnik na podlagi programiranih instrukcij prepreže

nega maksimalnega odtoka iz vodozbirnega območja potoka Koren do državne meje.

Zadrževalni prostor je v rekreacijski coni mestnega območja z negativnimi vplivi ob višjih gladinah na kanalski sistem DO Meblo in prostore Strelišča, kar je sicer v primerjavi z možnimi škodami v mestu Nova Gorica in Gorica v Italiji utemeljivo in z izvedenimi sanacijskimi ukrepi v teh objektih tudi upoštevano.

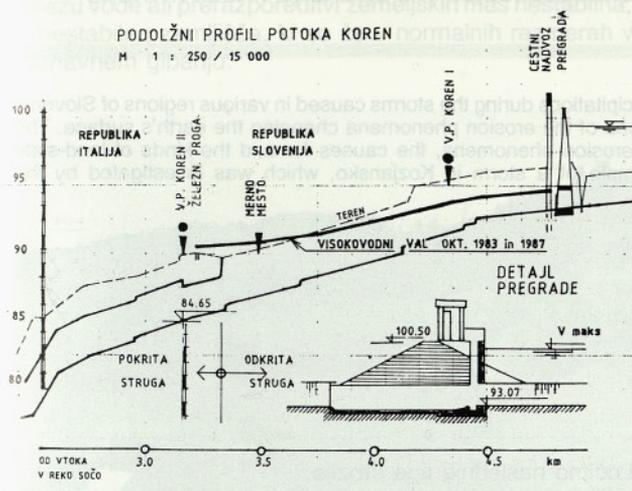
Dolžnost Vodnega gospodarstva pa je, da z objektom upravlja tako, da je zagotovljena poplavna varnost mesta in izkoriščenje prepustne sposobnosti obstoječe struge

ob čim racionalnejšem izkoriščenju zadrževalnega prostora in s tem povzročenju čim manjše škode v zaledju.

Zaradi tega je v upravljanje objekta vključen informacijski sistem, ki omogoča avtomatsko pa tudi ročno upravljanje na podlagi spremljanja stanja vodnega režima v mestu in v zadrževalniku na terminalu rečnega nadzorstva v prostorih Vodnogospodarskega podjetja, kar tudi olajša odločitve za obratovanje ob izrednih stanjih.

ALTERNATIVNE REŠITVE V MESTU

Objekt je glede upravljanja specifičen, glede na izgradnjo kanalskega omrežja v mestu pa je njegovo obvladovanje iz sanitarno-higienskega zornega kota zahtevno in je potrebno preventivno spremljanje kakovosti zadržane vode in blata iz dna po izpraznitvi zadrževalnika.



Ob dilemah in pomislekih v zvezi z gradnjo in učinkovitostjo zadrževalnika, po katerih bi koristneje vložili sredstva v odvodnik proti Soči, in bi stal okrog 50 milijonov dinarjev, velja pojasniti, da je primerjava zanimiva le navidezno, in sicer iz naslednjih razlogov:

- predvideni odvodnik proti Soči dolžine ca. 2500 m z zmogljivostjo v končnem odseku 20 (30) m³/s rešuje predvsem poplavno problematiko severnega dela mesta z vododelnico med Leninovo in Lavričevo ulico
- preusmerjanje odvečnega odtoka iz pripadajočega območja potoka Koren, za katerega sicer skrbi zadrževalnik Pikolud in je velikostnega reda 30 m³/s, bi dimenzije

odvodnika proti Soči nesorazmerno povečalo, gradnjo pa podražilo. Preusmeritev bi pri tem zahtevala velike predelave in preusmeritve obstoječega kanalskega omrežja, ki je danes sicer usmerjeno proti potoku Koren. Potrebna sredstva pa bi bistveno narasla in bi znašala nad 200 milijonov dinarjev,

– bistvo problema pa je v času izvedbe, saj je poplavna problematika mesta tako pereča, da je zahtevala hitre interventne ukrepe, pa čeprav po malih korakih (odvodnja Ščedenj, nadvišanje križišča Vojkove ulice pri cerkvi, zadrževalnik Pikolud), kar tudi že vse deluje.

Za odvodnik proti Soči smo namreč danes še vedno v predinvesticijski študiji za določitev še sprejemljive velikosti odvodnika. Lokacijski postopek konkretnije še ni stekel, za zbiranje in zagotavljanje sredstev pa ob imperativu nujne potrebe po izgradnji skupne čistilne naprave za mesto ob meji v teh kriznih časih tudi ni pričakovati skorajšnje racionalne in učinkovite akcije, ki bi graditev pospešila in problem dokončno razrešila.

Gradnja zadrževalnika pa vendarle pomeni obvladovanje visokovodnih konic, ki pritisnejo na mesto iz vzhodnega dela mestnega zaledja, tako da jih lahko kontrolirano spuščamo v mesto v obsegu, ki jo lahko dolvodna struga prenese brez škode na priključen kanalski sistem.

Ob tem velja opozoriti še na možnosti dopolnjevanja sistema obrambe pred poplavami odvodnega režima potoka, ki teče skozi obe mesti ob državni meji.

Z gradnjo in zgledom te ključne odločitve je naša stran spodbudila upravo sosednjega mesta, da načrtuje rekonstrukcijo struge potoka s podvojitvijo njene pretočne zmogljivosti.

Sam zadrževalnik bo imel ob predvideni gradnji železniške proge iz doline Lijaka možnost, da mu pod železniškim predorom in skupaj z njim uredimo prelivnorazbremenilni kanal v dolino Lijaka, kar bo omogočalo obvladovanje še tako krizne situacije v mestu in zalednem odtoku izpod Škabrijela.

Razbremenilni kanal bo tako še zmanjšal pogostnost poplavljanja prostora zadrževalnika, znižal visokovodno gladino in s tem negativne posledice v poplavljenem območju.

Dosežena bo torej optimalna varnost ob kritičnih dogodkih ob čim manjši škodi v zadrževalnem prostoru, ki je sicer sredi mesta in je bil v planskih dokumentih opredeljen kot začasen.

LITERATURA

1. Ocena stopnje ogroženosti in predlog prioritetnega reda potrebnih vodnogospodarskih ukrepov v Novi Gorici, Vodnogospodarsko podjetje Soča, Nova Gorica (1985).
2. Hidrometeorološka analiza visokih voda potoka Koren v Novi Gorici, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije (1983, 1987).
3. Zadrževalnik Pikolud, Hidrološka študija, Projekt PGD, PZI, Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana (1985).
4. Program del za povečanje obstoječe zmogljivosti in za povečanje varnosti kanalizacije Nove Gorice pred poplavami, Univerza v Ljubljani, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko (1985, 1989).
5. Progetto generale per la ristrutturazione e completamento della rete fognaria cittadina di Gorizia, Studio Cappella, Gorizia (1984).

PLAZNA EROZIJA KOT POSLEDICA INTENZIVNIH PADAVIN

UDK 551.3.053:556.166

ROK FAZARINC, JOŽE PINTAR

POVZETEK

Intenzivne padavine ob neurjih so predvsem v lanskem poletju v posameznih predelih Slovenije povzročile obširnejše sproščanje plazne erozije kot ene od oblik erozijskih pojavov, ki spreminjajo zemeljsko površje. V članku smo podali pregled erozijskih pojavov, vzroke in vrste plazne erozije ter opisali konkreten primer neurja na Kozjanskem, ki smo ga na Vodnogospodarskem inštitutu obdelali v preteklem letu.

LAND-SLIDE EROSION AS THE CONSEQUENCE OF THE INTENSIVE PRECIPITATIONS

SUMMARY

Especially last summer, intensive precipitations during the storms caused in various regions of Slovenia extensive landslide erosions, being one of the erosion phenomena changing the earth's surface. The article presents an overview of the erosion phenomena, the causes for and the kinds of land-slide erosion as well as a concrete example of a storm in Kozjansko, which was investigated by the Vodnogospodarski institut last year.

UVOD

Dinamični pojavi so že od nekdaj ogoljevali, rušili, preoblikovali, obnavljali in pomlajevali zemeljsko površje. Dinamične sile voda, plazov in vetrov, katerih delovanje se običajno prepleta, povzročajo splet dinamičnih pojavov na zemeljski površini, ki je pogojen z razpadanjem kamenin zaradi temperaturnih nihanj. Te pojave imenujemo v hudourniški praksi erozijski pojavi, čeprav se pojem erozija tal nanaša le na odnašanje in ogoljevanje zemeljskega površja.

TIPI EROZIJE

Erozijske pojave razvrščamo glede na dinamične sile, ki jih povzročajo, torej po povzročiteljih sproščanja in njihovi razvitosti ter po vrstnem redu, značilnem za premeščanje in odlaganje sproščenih zemljin-odkladnin.

Avtorja:

Rok Fazarinc, dipl. gradb. inž., VGI Ljubljana
Jože Pintar, dipl. gozd. inž., VGI Ljubljana

Ločimo naslednje tipe erozije:

- toplotna,
- kemična,
- biološka,
- ledeniška,
- snežna,
- porušitvena (podori, melišča, udori),
- plazna (zdrsi, usadi, plazovi v enovitih in plastovitih zemljinah),
- mešana vodno-gravitacijska,
- vodna (površinska, plastovita, brazdasto-žlebičasta, jarkasta, globinska, bočna, hudourniška, rečna, kraška),
- vetrna.

Tipi erozije se med seboj prepletajo oziroma prehaja ena vrsta erozije v drugo (podor v zdrs, ta v plaz...).

Pri erozijskih pojavih so značilna naslednja območja:

- območje sproščanja, kjer prevladujejo pretežno natezne napetosti,
- območje gibanja oziroma premeščanja z menjajočimi se nateznimi in tlačnimi napetostmi
- območje odlaganja-naplavljanja s prevladujočimi tlačnimi napetostmi.

Posamezna območja se odvisno od tipa erozije in pogojev, pri katerih se pojavlja, med seboj prepletajo oziroma

prehajajo neposredno iz območja sproščanja v območje odlaganja.

PLAZNA EROZIJA

Vzrok plazne erozije je čezmerna navlaženost zemljin zaradi zamakanja, čezmernega zastajanja voda v pobočnih kotanjah in na terasah, prevelikega pronicanja voda in počasnega podzemnega odtoka oziroma previsokega nivoja talnih voda ter pregrupacije hribinskih mas. Ti pojavi povzročajo zaznavne, počasne in nenadne premike zemljin.

Glede na podvrženost plazni eroziji ločimo:

- stabilna zemljišča, pri katerih ni pričakovati premikov brez tektonskih vplivov in umetnih prelaganj,
- pogojno stabilna zemljišča, ki postanejo ob povečanem deležu vode ali prerazporeditvi zemeljskih mas nestabilna,
- nestabilna zemljišča, ki so že v normalnih razmerah v zaznavnem gibanju.

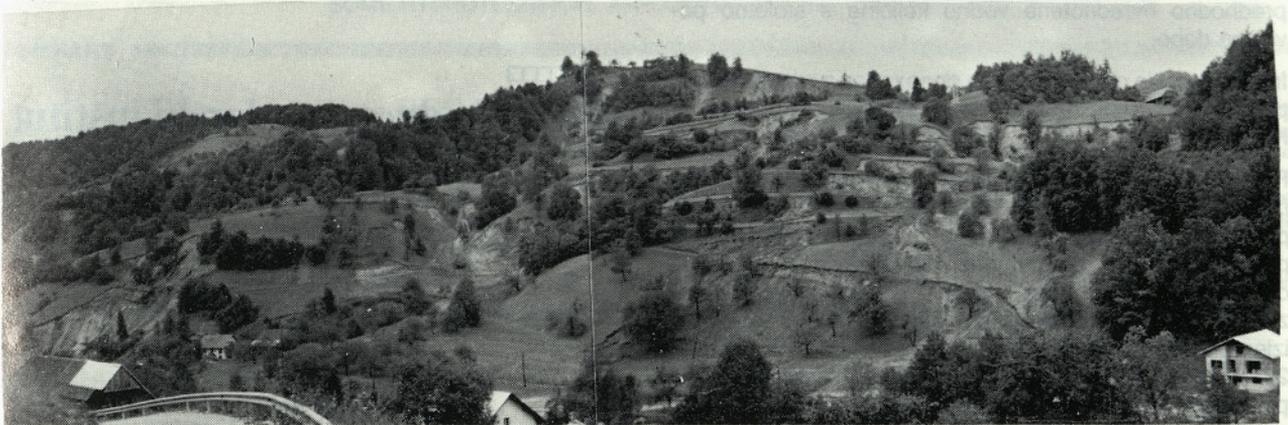
Po pojavni obliki pa ločimo naslednje tipe:

Zdrsri, pri katerih tanjši sloji krovni plasti zdrsijo po strmi, gladki in težko prepustni podlagi. Večina lokalnih zdrsov je posledica presekanih ali izpodkopanih krovni plasti, v večjih razsežnostih pa preobilne razmočenosti in delovanja talnih snežnih plazov.

Usadi so značilen pojav spodkopanih zemeljskih pobočij, katerih brežine so strmejšee od nagiba njihove naravne stabilnosti. Dršina bolj ali manj krožne oblike poteka znotraj debelejših slojev. Usadi nastajajo pogosto vzporedno z globinsko in bočno erozijo.

Plazovi v enovitih zemljinah se sproščajo zaradi čezmernega zamakanja drobnozrnatih in pretežno drobnozrnatih mešanih zemljin v nagibih med 20° in 50° . V območjih osredotočenih izvirov voda se porajajo v obliki školjkastih usadov, ki se lahko razvijejo v žarišča usadne erozije.

Plazovi v plastovitih zemljinah se sproščajo iz podobnih vzrokov kot pri enovitih zemljinah, ko prične debelejši sloj krovne prepustnejše plasti plazeti po manj prepustni podlagi (sivica, glina).



Na stopničastem pobočju pod Sv. Petrom nad Tevčami je prekomerno zamakanje na položnejših delih povzročilo splazitve krovni plasti na nižje ležečih bolj strmih obronkih.



Eden od večjih usadov v soteski Kozarice pod Plavčevim mlinom, ki se je aktiviral zaradi prekomernega zamakanja z vrha in bočne erozije Kozarice. Obstaja nevarnost, da visoke vode Kozarice splazelo zemljinjo (nekaj 10.000 m^3) ob neurjih odplavijo in nato odložijo na nižje ležečih ravninskih predelih ob Sv. Jakobu in Sentjurju.

PLAZNA EROZIJA NA SLOVENSKEM IN KOT POSLEDICA NEURJA NA KOZJANSKEM

Plazna erozija kot posledica intenzivnih padavin se pojavlja v slovenskem prostoru predvsem na področjih, kjer to omogočajo klimatski pogoji ter oblikovitost, pokrovnost in zemljinska sestava področja. Kot pojavna oblika je zastopana predvsem v alpskem svetu z obrobjem (Soško, Gorenjska), torej na zahodnem in jugozahodnem delu Slovenije, kjer so tudi padavine najintenzivnejše. V ostalih predelih Slovenije se pojavlja le občasno na omejenih področjih, ki jih zajamejo lokalna neurja (Kozjansko, Haloze, Zasavje).

V sklopu ugotavljanja posledic neurja, ki je 19. 8. 1989 popoldan zajelo severozahodno področje Kozjanskega, smo poleg ostalih pojavnih oblik beležili tudi plazno erozijo.

Na območju, velikem $\approx 20 \text{ km}^2$, je v dobrih dveh urah padlo v povprečju med 130 in 140 mm padavin na m^2 , lokalne intenzitete pa so presegale 400 mm/m^2 . Otoki voda tako intenzivnih padavin so za 80–100% presegali predhodno ovrednotene vodne količine s stoletno povratno dobo.

Intenzivnost in obseg neurja je ponazorjen z razporeditvijo plazne erozije na zgornjih delih povodij Lahomnice in Kozarice.

Potok Lahomnica izvira pod Brezami nad Laškim ter se izliva v Savinjo pri Marija Gradcu pod Laškim. Na zgornji polovici njenega povodja smo zabeležili približno 280 porušitev zemljin zaradi intenzivnih padavin ter rušilnega delovanja tekočih voda. Večino pojavov predstavljajo zdrsi tankih krovnih plasti po težko prepustni lapornati, izjemoma apnenčasti podlagi po pobočjih z nagibi med 25° in 45° . Območja sproščanja zdrsov praviloma ležijo pod višje ležečimi položnejšimi zemljišči, ki pogojujejo povečano zamakanje zemljišč. Območja gibanja plazovine se glede na sestavo in količino sproščene zemljine ter nagib strmine razprostirajo pretežno po travnatih površinah. Manjša količina splazele zemljine je obležala že na pobočjih, večina pa se je zaustavila šele v položnejših vznožjih v značilnih območjih odlaganja. Usadi so se na povodju Lahomnice aktivirali na nižje ležečih terasastih pobočjih z globljimi plastmi zemljine, ki se je porušila zaradi čezmernega zamakanja ter spodkopavanja ali spiranja vznožij. Usadov, kot pojavnih oblik, je bistveno manj (manj kot 50). Še manj se je sprožilo plazov, kjer so debelejši in prepustnejši sloji krovnih zemljin prešli v gibanje zaradi pretiranega zamakanja višje ležečih površin oziroma slabo urejenega odvodnega režima. Plazovi so se aktivirali na pogojno stabilnih ali labilnih zemljiščih.

Obsegajo večje površine in ogrožajo kmetijske površine, stanovanjske in gospodarske objekte, cestne povezave ter vodni tok.

Potok Kozarica s pritoki izvira pod vasjo Svetina in teče proti vzhodu do Jakoba, kjer se preusmeri proti severu ter se pri Šentjurju izliva v Voglajno. Središče neurja je zajelo zgornji del povodja, ki je bistveno bolj porasel z mešanim gozdom kot povodje Lahomnice. Zaradi tega je tudi bistveno manj pojavov plazne erozije (zabeležili smo 86 pojavov). Za razliko od povodja Lahomnice je večina usadov, ki so nastali predvsem zaradi spodkopavanja oziroma spiranja vznožij debelejših krovnih slojev razmočene zemljine. Nekateri usadi z nekaj 10.000 m^3 splazele zemljine, predvsem v soteski Kozarice pod Plavčevim mlinom, močno ogrožajo vodni tok, ki bi splazelo zemljino premestil na dolvodno bolj položno ravnino ob Jakobu oziroma Voglajni. Splazitev tanjših in debelejših slojev zemljine je manj.



Vodnogospodarski inštitut

p. o.

Vodnogospodarski inštitut
61000 Ljubljana, Hajdrihova 28
telefon: (061) 210-812

Pri vsakem pojavu plazne erozije smo določili lego v prostoru, velikost območja sproščanja, gibanja in odlaganja z naklonom terena v vseh območjih, ugotovili podlago, po kateri se je plaz sprožil ter stopnjo ogroženosti in objekt oziroma površino, ki jo plaz ogroža. Rezultate smo prikazali v kartah $M = 1 : 5000$ in v za to posebej pripravljenih preglednicah.

V nadaljevanju bomo skušali s pomočjo ustrezne računalniške in programske opreme ter poznavanjem pokrovnosti, reliefa, lastnosti zemljin in klimatskih pogojev določena področja določiti stabilnost ter kvantitativno ovrednotiti ekstremne in povprečne erozijske procese in njihov vpliv na okolje.

LITERATURA

1. J. Pintar, EROZIJA, VGI Ljubljana (1988).
2. R. Fazarinc, J. Pintar, D. Burja, Hidrološka presoja in ugotavljanje posledic neurja v povodju Lahomnice in Kozarice, VGI (1990).

VODARSKI POGLEDI NA OHRANJANJE NARAVNIH VODOTOKOV

UDK 627.4/5

FRANCI ROJNIK, JOŽE PINTAR

POVZETEK

Avtorja v uvodu na kratko omenita namen urejanja vodotokov in nekatera osnovna izhodišča pri naravnem urejanju vodotokov. V poglavju Varovanje pred poplavami so opisani vodarski pogledi pri naravnem urejanju vodotokov v smislu izboljšanja odvodnje in vzporedno tudi zadrževanja dela poplavnih vod. Na kratko je omenjena tudi problematika urejanja kraških odvodnikov. Opisana so osnovna izhodišča za načrtovanje naravi prilagojenih ureditev vodotokov in tudi nekateri vodarski pogledi v zvezi z operativnim izvajanjem naravnih ureditev in njih vzdrževanje.

Predlagamo, da se v eni od naslednjih številk GV opiše nekaj značilnih primerov načrtovanja naravi prilagojenih ureditev vodotokov.

SOME HYDROTECHNICAL ASPECTS OF THE NATURAL STREAMS PROTECTION

SUMMARY

In the introduction the author briefly mentions the purpose of the watercourse regulation and some basic starting points for natural watercourse regulation. In the chapter »Protection Against Floods«, those aspects of natural watercourse regulation which improve the drainage and at the same time also retain a part of the floodwater are described. The problems of drainage in the karstic region are mentioned briefly. In the continuation the basic starting points for the design of the nature adapted watercourse regulation are described. Some short descriptions of the water-related aspects of the operational implementation of natural regulations and their maintenance are also presented.

The author suggests that in one of the following issues of the Civil Engineering Newspaper some typical examples of the nature adopted watercourse regulation projects be described.

UVOD

Urejanje vodotokov ni samo sebi namen. Eden od osnovnih ciljev je zagotavljanje, ohranjanje in plemenitenje prostorskih vrednot ter uravnavanje odnosov zemlja-voda v prostoru in času. Pri tem gre za vzdrževanje vse bolj obremenjenih naravnih sistemov, za uravnavanje odtokov visokih in nizkih vod, varovanje vodnih virov, večanje samočistilnih in samoobnovitvenih zmogljivosti, obvladovanje erozijskih pojavov, osuševanje ter stabilizacijo plazljivih pobočij, usposabljanje poplavnih površin, izboljšanje zamočvirjenih in sušnih zemljišč ter nenazadnje za plemenitenje krajinskih kvalitet.

OSNOVNA IZHODIŠČA

Malo je takšnih vodotokov, za katere je možno reči, da jih s hidrološko-hidrotehničnega stališča lahko ohranjamo popolnoma naravne oz. takšne, kot so. Na posameznih mestih ali odsekih so zato potrebni ureditveni ukrepi v primernem obsegu, ki pa morajo biti čimbolj sprejemljivi za obravnavano okolje.

V prispevku bomo skušali osvetliti nekatere poglede naravi prilagojenega urejanja vodotokov s stališča vodarstva. Pri tem ni mišljeno le na strugo v ožjem smislu, marveč tudi urejanje širšega vplivnega območja vodotoka.

Pri ohranjanju naravnih razmer je potrebno upoštevati tudi dejstvo, da nekateri sedanji značilni ambientni ob vodotokih (močvirja, trstičja, meandri, depresije) niso rezultat naravne delovanja voda, marveč so posledica različnih načrtovanih kot nenačrtovanih posegov v preteklosti (opuščene vodne naprave z vzporednimi objekti, opuščeni

Avtorja:
Franci Rojnik, dipl. gradb. inž., VGI Ljubljana
Jože Pintar, dipl. gozd. inž., VGI Ljubljana

ribniki, stare gramozne in glinokopne jame...) in posledica zanemarjanja oz. nevzdrževanja vodotokov. Pri ohranjanju naravnih vodotokov se največkrat pojavijo naslednji problemi:

- premajhni pretočni prerezi naravnih strug
- prevelika vijugavost in neustrezni padci
- zaraščenost in neenakomerna zaplavljenost pretočnega profila
- odlagališča odpadnih predmetov v koritu.

VAROVANJE PRED POPLAVAMI

Določevanje stopnje varnosti površin pred preplavitvami ob naravi prilagojeno urejenih vodotokih je težje oz. manj natančno kot pri običajnih regulacijah. Zato se za ureditve na posameznih odsekih običajno določi varnost pred poplavami v razponu od do (npr. od 10 do 15 let), odvisno od naravnih danosti struge in od možnosti obsega ukrepov, ki še vedno dopuščajo ohranjanje naravnih značilnosti. Pri tem je potrebno omeniti možnost postopnega urejanja na podlagi celovitih zasnov, katerih končni cilj je celovita, naravi prilagojena ureditev. Na ta način se izognemo velikim enkratnim posegom v okolje.

Prav tako je nujno preučiti gibanje oz. pretakanje dela visokih vod, ki ga urejeno korito ne prevaja. Glede na namembnost in kakovost prostora ob vodotoku je potrebno poplavne vode usmerjati s sekundarnimi ukrepi po površinah, kjer povzročajo čim manjšo škodo. Za ta namen se predvidijo nadvišanja bregov in cestnih povezav tako v vzdolžni in prečni smeri doline. Pri širših dolinah je možno povečati varnost pred poplavami z razbremenilniki visokih vod, izvedenih kot travnate mulde z blagimi nagibi brežin. Če teh sekundarnih ukrepov ni možno izvesti, je potrebno definirati pričakovane gladine visokih vod vzdolž urejenega odseka.

Pri naravnem urejanju vodotokov in dolin so v mnogih primerih izrednega pomena nadvišanja prečno prek doline:

- pri dolinah z večjim padcem se na ta način ob preplavitvah preprečuje formiranje sekundarnih tokov, ki lahko povzročajo veliko materialno škodo (ogrožanje stanovanjskih objektov, erozija obdelovalnih zemljišč...)
- pri dolinah z manjšim padcem pa se poleg prej omenjenega doseže še ohranjanje retenzijskega prostora, kar omogoča sukcesivno zadrževanje dela visokovodnih valov.

Za načrtovanje prečnih barier je potrebno izkoristiti in dopolniti že obstoječe danosti (ceste, poti, zasaditve, vršaje...), tako da se izognemo prevelikim novim posegom v krajino.

Tako kot pri običajnih regulacijah je tudi pri naravnih ureditvah vodotokov, kjer se izboljšujejo odtočne razmere sistematično na večjih dolžinah (več km ali na celotnih vodotokih), nujno upoštevati hitrejše potovanje poplavnega vala oz. njegovega povečevanja vzdolž toka. Zato moramo izkoristiti vsako ugodno možnost zadrževanja visokovodnih valov vzdolž urejenega območja predvsem

na tistih lokacijah, ki so že v prvotnem stanju večkrat poplavljeni oz. je kakovost zemljišča manj vredna.

Ta problematika je posebno občutljiva pri načrtovanju naravnih ureditev vodotokov s kraškim značajem, ko odvodniki nimajo naravnega površinskega odtoka in so na izlivih maksimirani s požiralno sposobnostjo podzemlja. Pri projektiranju ureditve takšnih vodotokov na določenih odsekih ali na celotni dolžini je potrebno imeti pred očmi vedno celotni odvodnik od izvirov do ponorov. Z odpravljanjem poplav na nekaterih odsekih, ki jih urejujemo, moramo predvideti predele, kjer bomo zadržali ustrezni del visokovodnega vala, da se razmere dolvodno in pri ponorih ne bi poslabšale z ureditvami gorvodno.



Vodnogospodarski inštitut

p. o.

Vodnogospodarski inštitut
61000 Ljubljana, Hajdrihova 28
telefon: (061) 210-812

Problemi s poplavnimi vodami so bistveno manjši tam, kjer obstajajo ugodne možnosti v povodju za zadrževalnike visokovodnih valov. V tem primeru so tudi naravi prilagojene ureditve vodotokov lažje izvedljive, ker zmanjšani odločujoči pretoki zahtevajo manjše posege v naravne struge.

NAČRTOVANJE, IZVAJANJE, VZDRŽEVANJE

Za regulacije vodotokov brez poudarjenega ohranjanja naravnega stanja se je pri danih hidravličnih in hidromorfoloških parametrih dimenzionalni pretočni profil za pretok odločujoče visoke vode s povratno dobo 100, 50, 20 ali 10 let, odvisno od namembnosti področja, kjer je potekala regulacija. Pri urejanju, kjer se naravni vodotok ohranja v čimvečji možni meri, pa je potrebno poznati širše naravne zakonitosti, saj je vsak vodotok v naravi svet zase, živali, rastline in ostali organizmi, ki v njem živijo, pa tvorijo zaključen ekosistem. Za načrtovanje moramo zato upoštevati vse zakonitosti, da bomo lahko z inženirskimi ukrepi dosegli ključne ravnovesne pogoje, te pa dopolniti z naravo kar najbolj skladno krajinsko ureditvijo.

Smotno projektiranje posameznih odsekov omogočajo le predhodno izdelane generalne rešitve za celoten vodotok; samo parcialne rešitve posameznih problemov, ne oziraje se na celovite razmere, so še posebno pri načrtovanju naravi prilagojenih ureditev nedopustne.

Pri projektiranju naravnih ureditev je potrebno imeti poleg hidroloških, hidromorfoloških in krajinskih osnov tudi dobre geodetske podlage (posnetke prvotnega stanja), ki morajo biti mnogo bolj natančni kot za »običajne« regulacije, če se hočemo s predlaganimi ureditvami čimbolj približati naravnemu stanju. Prav tako zahteva to načrtovanje

mного več projektantskega dela na terenu, delo v pisarni pa je mogoče uspešno dopolnjevati in oplemenititi s fotografskimi posnetki značilnih ambientov in detajlov. Iz navedenega sledi, da takšno načrtovanje zahteva večje stroške.

Operativno izvajanje naravnih ureditev vodotokov predstavlja in zahteva tudi s stališča operative drugačen pristop. O tem bi bilo potrebno spregovoriti v posebnem prispevku, na tem mestu pa omenjamo le nekatere osnovne vidike. Naravnemu načinu urejanja bo potrebno prilagoditi velik del mehanizacije, tako težke kot tudi ročne. Veliko opravil bo potrebno opravljati ročno z velikim občutkom za posamezne vrste dela. Mnogo opravil (npr. biološke utrditve) bo možno opravljati le v določenih letnih časih. Pomemben del vodarske operative zahteva specializacijo in večletne priprave biomaterialov (nasadi različnih vrst dreves in grmovnic, vrbovi nasadi kot surovinska baza za različne biotehnične utrditve...). Zelo pomemben

je pri izvajanju naravnih ureditev poleg investitorskega tudi projektantski nadzor ter nadzor drugih strokovnih služb (krajinarji...).

Vzdrževanje naravno urejenih vodotokov zahteva veliko pozornost in stalnejšo prisotnost ustreznih služb na terenu. Vse poškodbe in nepravilnosti je potrebno takoj odpraviti in sanirati, sicer je že tako občutljiv sistem ob nastopu vodnih ujm v še večji nevarnosti pred razrušitvijo. Pri naravnem urejanju vodotokov je potrebno omeniti tudi več stroškov pri vzdrževanju, saj so dolžine praviloma večje kot pri klasičnih regulacijah, ki so med drugim tudi skrajševale vodne poti. Iz tega stališča se pri naravnem urejanju vodotokov pridobi tudi manj uporabnih površin. Vrednost del pri izvedbi pa je od primera do primera različna; nekatere naravne ureditve so cenejše (manjša varnost pred poplavami, manjša zemeljska dela...) od klasičnih regulacij (obsežna zemeljska dela, veliko zavarovanja...) ali narobe.



ZVEZA DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE
Ljubljana, Erjavčeva 15; tel. 061/221 587

PRIPRAVLJALNI SEMINARJI ZA STROKOVNE IZPITE V GRADBENIŠTVU ZA LETO 1991

1. seminar od 21.–25. januarja 1991
2. seminar od 18.–22. februarja 1991
3. seminar od 18.–22. marca 1991
4. seminar od 15.–19. aprila 1991
5. seminar od 20.–24. maja 1991
6. seminar od 16.–20. septembra 1991
7. seminar od 21.–25. oktobra 1991
8. seminar od 18.–22. novembra 1991
9. seminar od 23.–27. decembra 1991

Prijaviti se je treba približno en mesec pred pričetkom na naslov: Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Erjavčeva 15, 61000 Ljubljana. Prijava je v obliki dopisa, z navedbo imena, naslova in poklica kandidata, datuma udeležbe seminarja in točnega naslova plačnika stroškov za udeležbo na seminarju. Račun izstavi po ugotovljeni udeležbi organizator.

NARAVNO OBLIKOVANJE POVRŠINSKIH VODOTOKOV

UDK 627.4

SMILJAN JUVAN

POVZETEK

Na temo naravnega urejanja vodotokov je bil 3. maja 1990 v Karlsruhe (ZRN) organiziran kolokvij. V 11 referatih so referenti različnih strok in institucij navedli svoje izkušnje večinoma iz preoblikovanja že reguliranih vodotokov v naravno stanje ali stanje, ki bo »naravi blizu«.

NATURAL WATERCOURSE REGULATION

SUMMARY

On May 3, 1990 a workshop upon the natural watercourse regulation was organized in Karlsruhe in Germany. The 11 papers by the participants of various professions and from different institutions presented their experiences with returning the already regulated watercourses into their natural or "nature-like" condition.

UVOD

K vodnogospodarskim ciljem je danes nedvomno potrebno prištevati tudi ekološke aspekte pri urejanju površinskih vodotokov. V razvitih deželah zahodne Evrope se v zadnjem času aktivno izvajajo »renaturizacije« ali preoblikovanja že reguliranih vodotokov v naravno stanje s ciljem biološkega ravnovesja vodnega in obvodnega ekosistema.

Tudi pri nas smo prišli do spoznanja, da je potrebno vodi dati dovolj življenjskega prostora, ki je, če je ekološko kvaliteten, še kako pomemben del okolja. Glede na to, da bo potrebno izvesti še precej regulacij, je na podlagi tujih in lastnih izkušenj možno urejati vodotoke tako, da jih ne bo potrebno pozneje renaturirati.

POROČILO

Na podlagi sodelovanja med Institutom za vodoprivredno Jaroslav Černi iz Beograda in Institut für Wasserbau und Kulturtechnik – Theodor – Rehbock – Laboratorium iz Karlsruhe (ZRN) smo bili na predlog kolegov iz Beograda, s katerimi že več let sodelujemo na tem področju (B. Jurak, dipl. inž.), povabljeni, da se udeležimo kolokvija na temo naravnega urejanja vodotokov. Kolokvij je organiziral omenjeni inštitut 3. maja 1990 v kongresnem centru v Karlsruhe pod pokroviteljstvom ministrstva za okolje dežele Baden-Württemberg, udeleženci pa so bili strokovnjaki z različnih področij: hidrotehnike, ekologije, geografije, limnologije, ihtiologije, itd., večinoma iz Nemčije. V 11 referatih so referenti podali konkretne primere in praktične izkušnje iz raziskovalnih projektov naravnega urejanja vodotokov. Prikazane so bile sodobne metode vegetacijskega kartiranja s pomočjo infrardečih aerofoto posnetkov, limnološke in ihtiološke raziskave kot podlaga za naravno oblikovanje vodnih in obvodnih območij.

Podane so bile izkušnje pri izbiri tipov vodnih zgradb za utrjevanje brežin in stabilizacijo dna korit vodotokov. Prikazani so bili tudi hidravlični aspekti naravno urejenih vodotokov.

Naslednji dan so nama s kolegom iz Inštituta J. Černi gostitelji razkazali laboratorij in pokazali več konkretnih primerov raziskav, ki so jih v zadnjih 10 letih na tem področju intenzivno izvajali. Izrazili so pripravljenost za še nadaljnje sodelovanje, kar je za nas vsekakor zanimivo.

Avtor:
Smiljan Juvan, dipl. gradb. inž., Vodnogospodarski biro
Maribor

PROBLEMI, VEZANI NA KAKOVOST SLOVENSКИH VODOTOKOV

UDK 628.19

SONJA ŠIŠKO-NOVAK

POVZETEK

Stanje slovenskih voda je iz leta v leto slabše – z rastjo prebivalstva, večanjem industrije in nezadovoljivim čiščenjem odpadnih voda je tudi kakovost vodá slabša.

Danes so v I. kakovostnem razredu le zgornja povodja slovenskih vodotokov, ki pa preidejo (Sava in Soča) v II. kakovostni razred.

Vsi ostali vodotoki (Drava in Mura) so v nižjem kakovostnem razredu – II. ali celo III. kakovostnem razredu. Tudi pritoki teh vodotokov so v nizkem kakovostnem razredu, nekateri celo v IV. (npr. Notranjska Reka, Ščavnica, Ledava).

Za izboljšanje kakovosti slovenskih voda so predvidena sanacijska dela (izgradnja ČN, zaščita podtalnice in vodnih izvirov, sanacija deponij), s katerimi naj bi na celotnem slovenskem prostoru dosegli najmanj II. kakovostni razred.

Zaradi omejitve s prostorom so v nadaljevanju nakazana le izhodišča za izboljšanje slovenskih vodotokov. Detajlnejši opis realizacije sanacije slovenskih vodotokov pa bo podan v naslednji številki Gradbenega vestnika.

SOME PROBLEMS OF THE SLOVENIAN WATERCOURSES QUALITY

SUMMARY

The water conditions in Slovenia are deteriorating year by year. Due to the population growth, developing industry and unsatisfactory waste water purification the water quality is decreased.

Today only the upper basins of the Slovene watercourses belong to the quality class I, yet even they (the Sava and the Soča rivers) drop into the class II.

All other watercourses (the Drava and the Mura rivers) belong to the lower quality class – the 2nd or even the 3rd one. The affluents of these watercourses are also in the low quality class, some of them even in the 4th one (e.g. the rivers Notranjska Reka, Ščavnica, Ledava).

To increase the quality of Slovene watercourses the improvement measures (purification plant construction, ground water and water source protection, waste deposit reconstruction) are planned, thanks to which the watercourses of the entire Slovene region should reach at least the quality class II.

Due to space limitations, only the starting points for the Slovene watercourse quality improvement are indicated in the continuation. A more detailed description of the Slovene watercourse improvement measures will be presented in the following issue of the Civil Engineering Newspaper.

1.0. UVOD

V pogledu zaščite kakovosti voda je potrebno obravnavati Slovenijo kot enoten prostor ter usmeriti sredstva v ekološko najbolj problematične vodotoke. Pri določanju vsebine in obsega sanacijskih del moramo upoštevati tako oceno obstoječe onesnaženosti voda in možne ukrepe za njihovo izboljšanje kot tudi potrebe za boljšo kakovost vode za vse vrste njene uporabe za pitno vodo, za namakanje v kmetijstvu, za rekreacijske namene, za tehnološko vodo, pomen čiste vode za krajino, turizem itd.

Pri določanju prioritete izgradnje čistilnih naprav in drugih sanacijskih del smo se skušali opreti predvsem na kvalitativne kriterije, ki upoštevajo obstoječo in predvideno izrabo rečnih in ostalih voda za:

- preskrbo s pitno vodo,
- namakanje v kmetijstvu,
- ribištvo (športno, proizvodno),
- rekreacijske namene,
- tehnološko vodo,
- turistične namene.

Za zelene ekološke rezultate čiščenja in zaščito voda je potrebno upoštevati kratkoročne in dolgoročne potrebe izrabe vodnega bogastva in ohranitev ekološkega ravnotežja na obravnavanih območjih. Zato morajo biti kriteriji o potrebnem obsegu, kraju in času izgradnje ČN za odpadne vode in drugi sanacijski ukrepi prilagojeni realnim

Avtor:
Sonja Šiško-Novak, dipl. gradb. inž., Vodnogospodarski
inštitut Ljubljana

ekološkimi potrebami ter materialnim možnostim in ne zgolj obstoječi formalni – zakonjeni – kakovostni kategorizaciji površinskih in podzemnih voda.

V nadaljevanju je podan kratek opis odločilnih značilnosti na obravnavanih povodjih:

2.0. OPIS ODLOČILNIH ZNAČILNOSTI OBRAVNAVANIH POVODIJ

2.1. POVODJE DRAVE

Pri tem povodju so poleg Drave obravnavani še najpomembnejši pritoki Meža, Mislinja, Dravinja in Pesnica. Za Dravo je značilna njena velika vodnatost in predstavlja najpomembnejši vir vode za vse oblike njene izrabe (namakanje, industrija, energetika, rekreacija, ribištvo in preskra s pitno vodo).

Današnja kakovost Drave nad Mariborom v II. kakovostnem razredu omogoča njeno izrabo za pitno vodo že s pomočjo konvencionalnih tehnologij čiščenja pitne vode – to je z razmeroma nizkimi stroški. Pod Mariborom se kakovost Drave danes sicer poslabša, vendar ne do mere, da ne bi bila uporabna za namakanje, tehnološko vodo in za umetno bogatenje podtalnice Dravskega polja.

2.2. POVODJE MURE

Povodje Mure z njenimi pritoki ima podobne lastnosti kot povodje Drave. Vendar priteka Mura iz Avstrije mnogo bolj onesnažena od Drave.

Drugače so razmere na njenih pritokih Ledavi in Ščavnici, kjer Murska Sobota in Ljutomer s svojo industrijo močno onesnažujeta oba pritoka Mure.

2.3. POVODJE SAVE

Iz vidika kakovosti voda in njihove eksploatacije je mogoče ločiti povodje Save na 3 karakteristična območja:

- alpsko območje (Sava do Kranja, Savinja do Celja)
- spodnje območje (Sava od Ljubljane do hrvaške meje)
- območje dolenskega in notranjskega Krasa (povodji Krke, Ljubljance)

Alpsko povodje Save in Savinje predstavlja v ekološkem in vodnogospodarskem pogledu najdragocenejši rezervoar pitne vode na lastnih povodjih, vključujoč večino urbanih območij z ljubljansko in celjsko kotlino kot največjima potrošnikoma pitne vode.

Sava v spodnjem območju med Ljubljano in hrvaško mejo zaradi manjše poselitve in večje industrializacije ni pomembna kot vir pitne vode, temveč je predvsem vir tehnološke vode, ki ne potrebuje enake kakovosti surove vode, kot jo zahteva predelava v pitno vodo.

Območje dolenskega in notranjskega Krasa pa predstavlja v pogledu čiščenja odpadnih voda posebne zahteve – zaradi kraških značilnosti so ponikalnice s kraškimi izviri vključno z reko Krko nenadomestljiv vir pitne vode.

2.4. POVODJE SOČE

Povodje soče lahko razdelimo glede na čiščenje in izrabo na območje nad Novo Gorico in dolvodno območje vključno s povodjem Vipave.

Gorvodno območje Soče predstavlja posebno ekološko in kulturno naravno vrednost, ki zahteva ustrezen tretma vseh oblik polucije, vključno s čiščenjem odpadnih voda. Voda tega dela Soče je tudi nenadomestljiv vir pitne vode Nove Gorice in njenega celotnega zaledja.

Območje Vipavske doline in zaščita Vipave – vključno s čiščenjem odplak Nove Gorice – zahteva glede zaščite kakovosti voda posebno obravnavo, ki bi morala upoštevati poleg temeljnih ekoloških funkcij rečne vode tudi njeno uporabo v kmetijstvu (namakanje).

2.5. SLOVENSKO MORJE

Obravnavano območje pokriva slovensko obalo z dotoki zalednih voda v morje in ponikalnice v zaledju – predvsem Notanjsko Reko, ki je v Ilirski Bistrici najbolj izpostavljena onesnaževanju.

Čiščenje odpadnih voda na tem območju je potrebno obravnavati prevsem v naslednjih smereh:

- za preprečevanje eutrofikacije morja,
- upoštevanje higiensko-turističnih vidikov izkoriščanja morja,
- zaščita kraških voda in podtalja.

Glede eutrofikacije slovenskega morja ni na voljo dovolj podatkov o glavnih virih oziroma vzrokih opazovane eutrofikacije.

Obstaja utemeljena domneva, da eutrofikacija ni toliko posledica lokalnega onesnaževanja morja kot transporta hranil iz odprtega morja oz. iz reke Pad. Nadalje je zanesljivo, da samo II. stopnja biološkega čiščenja odplak na obalnem območju ne more bistveno zmanjšati dotoka hranil v morje niti izboljšati higienskih lastnosti morja.

Posebno problematiko predstavlja zaščita reke Reke, ki pa se z izgradnjo ČN odpadnih voda Ilirska Bistrica že rečuje.

3.0. PROBLEMATIKA ZAŠČITE VIROV PITNE VODE

Slovenija se oskrbuje s pitno vodo iz vseh vrst vodnih virov, kot so: vodni izviri, kraški vodni izviri, ponikalnice, površinske vode, podtalnice. Predvideva pa se tudi izkoriščanje pitne vode iz akumulacij.

Zaščita kraških vodnih virov predstavlja nasprotno od klasičnih vodnih virov obsežno problematiko, kjer zaradi specifičnih lastnosti Krasa ni mogoče predpisati enotnih metod zaščite.

Drugače je pri zaščiti podtalnice, saj je v vodonosnem sloju mogoče bolj ali manj nadzorovano predvidevati in usmerjati gibanje razpoložljivih količin podzemne vode.

Bistvena naloga pri zaščiti podtalnice je identifikacija

možnih virov napajanja vodonosnih slojev in virov možnega onesnaženja. Z naraščajočo kemizacijo okolja pa se vprašanje zaščite podtalnice zaostre v strokovnem, tehnološkem in ekonomskem pogledu.

Poseg v režim talne vode predstavljajo tudi razne deponije odpadkov, ki bi jih bilo potrebno sanirati.

4.0. IZGRADNJA ČISTILNIH NAPRAV

Za sanacijo slovenskih vodotokov je v prvi vrsti potrebno zgraditi nekaj čistilnih naprav največjih onesnaževalcev. Zastavljeni cilj sanacijskih del je II. kakovostni razred, upoštevani pa so bili tudi že v uvodu navedeni kriteriji o družbeno-ekonomskih koristih načrtovanega izboljšanja kakovosti voda za neposredne uporabnike vode in s tem za celotno družbo. Za presojo vrstnega reda, lokacije in velikosti ČN smo uporabili spodaj navedene kriterije:

1. Prvi kriterij daje prednost čiščenju odpadnih voda in drugim sanacijskim delom tam, kjer učinki čiščenja prinašajo neposredne koristi porabnikom rečne vode za predelavo v pitno vodo, namakanje, tehnološko vodo, ribištvo itd. Pri tem ima pitna voda seveda prednost pred drugimi načini uporabe vode.
2. Drugi kriterij predstavlja presojo optimalnosti vloženih sredstev glede na obseg zmanjšane onesnaženja vodotoka.
3. Tretji kriterij predstavlja oceno zagotavljanja potrebne kakovosti vode glede na krajinski, kulturno-zgodovinski in širši turistično gospodarski pomen vodotoka.
4. Četrti kriterij upošteva smiselno razmerje med primernostjo gradnje bioloških, komunalnih in industrijskih ČN z anorgansko odploko. Kjer bilanca kisika še ni prekomerno poslabšana, anorgansko onesnaženje pa presega za predvideno uporabo rečne vode še sprejemljive meje, ima prednost čiščenje industrijskih odpadnih voda pred komunalnimi.

LITERATURA

1. M. Rismal, S. Šiško-Novak, Program ukrepov za izboljšanje stanja reke Mure, Drave, Save, Soče in obalnega morja s pritoki.

5.0. POZITIVNI REZULTATI REALIZACIJE SANACIJSKIH DEL

Namen realizacije sanacijskih del je doseči II. kakovostni razred slovenskih vodotokov. Izgradnja ČN je predvidena v dveh fazah, in sicer:

- I. prioriteta (obdobje 1991–1995)

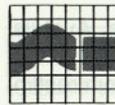
V tem obdobju naj bi probleme reševali na najbolj kritičnih odsekih, in sicer z izgradnjo ČN največjih onesnaževalcev. Na nekaterih vodotokih je z realizacijo teh sanacijskih del tudi že dosežen zastavljeni cilj – II. kakovostni razred.

- II. prioriteta (obdobje po letu 1995)

Zgrajene naj bi bile še preostale predvidene čistilne naprave. S temi sanacijskimi deli pa je na vseh glavnih vodotokih v Sloveniji in njihovih pritokih dosežena kvaliteta voda do zahtevnega II. kakovostnega razreda, razen pri Soči, kjer je bil pogoj I. kakovostni razred.

Z izboljšanjem kakovosti slovenskih voda so doseženi ne le neposredni ekološki, temveč tudi vodnogospodarski-ekonomski učinki:

- nekateri vodotoki se uporabljajo kot naravni ali umetni filtrat za preskrbo s pitno vodo, za namakanje, tehnološko vodo
- povečala se bo rekreacijsko-krajinska vrednost (oživitev ribištva in turizma).



Vodnogospodarski inštitut

p. o.

Vodnogospodarski inštitut
61000 Ljubljana, Hajdrihova 28
telefon: (061) 210-812

ČIŠČENJE ODPADNIH VOD V SANITARNIH MOČVIRJIH

UDK 628.357

DARINKA IGNJATOVIČ, ALENKA ZAGORC

POVZETEK

Prispevek ima namen predstaviti novo obliko čiščenja odpadnih vod, ki je predvsem v tujini že dobila legaliteto in določeno stopnjo uporabnosti. To so rastlinske čistilne naprave. Ena od oblik teh naprav so pri nas poimenovana sanitarna močvirja, katerih delovanje na kratko predstavljamo.

WASTE WATER TREATMENT IN HELOPHYTE BEDS

SUMMARY

The article aims at presenting the complexity of the problems encountered when designing waste deposits. The effects of the deposited wasters upon the environment and their elimination by technical measures are presented.

UVOD

V nekaterih državah zahodne Evrope (Nemčija, Avstrija, Velika Britanija) se zadnje desetletje strokovnjaki ukvarjajo z novo obliko čistilnih naprav, tako imenovanih rastlinskih čistilnih naprav, ki delujejo po principu močvirja.

Čistilna sposobnost močvirskih rastlin je v tem, da s svojim koreninskim sistemom vnašajo v podlago – rastišče kisik in tako ustvarijo pogoje za razvoj mikroorganizmov. Mikroorganizmi razgrajujejo organsko maso, produkti te razgradnje pa so anorganske snovi, ki jih rastline uporabijo za svojo rast.

Če ustvarimo močvirje tako, da zasadimo močvirske rastline v neki prostor, ki ga napajamo z odpadno vodo, ustvarimo ekosistem, ki zaradi svojih naravnih zakonitosti te odplake očisti.

Naloga hidrotehnikov je ustvariti v določenem prostoru umetne pogoje, ki bodo zagotavljali funkcioniranje takega sistema.

1. VELIKOST SANITARNIH MOČVIRIJ

Na podlagi izkušenj tujih in domačih strokovnjakov in

podatkov v literaturi so take naprave v primernih klimatskih razmerah priporočljive kot sekundarna ali terciarna stopnja čiščenja komunalnih odplak. Po velikosti ločimo:

1. manjše čistilne naprave do 50 E – primerne so za individualna gospodinjstva, ki imajo urejeno mehansko čiščenje z greznico,
2. male čistilne naprave od 50 E do 1000 E, kjer je mehansko čiščenje izvedeno npr. v Emšerjevemu usedalniku,
3. večje naprave med 1000 in 3000 E, ki rabijo kot tretja stopnja čiščenja biološke čistilne naprave.

Velikost močvirja se določa po normativu 3 do 6 m² na 1 E. Tako bi potrebovali npr. za naselje 25 individualnih hiš, kar je približno 100 E, površino velikosti ca. 500 m².

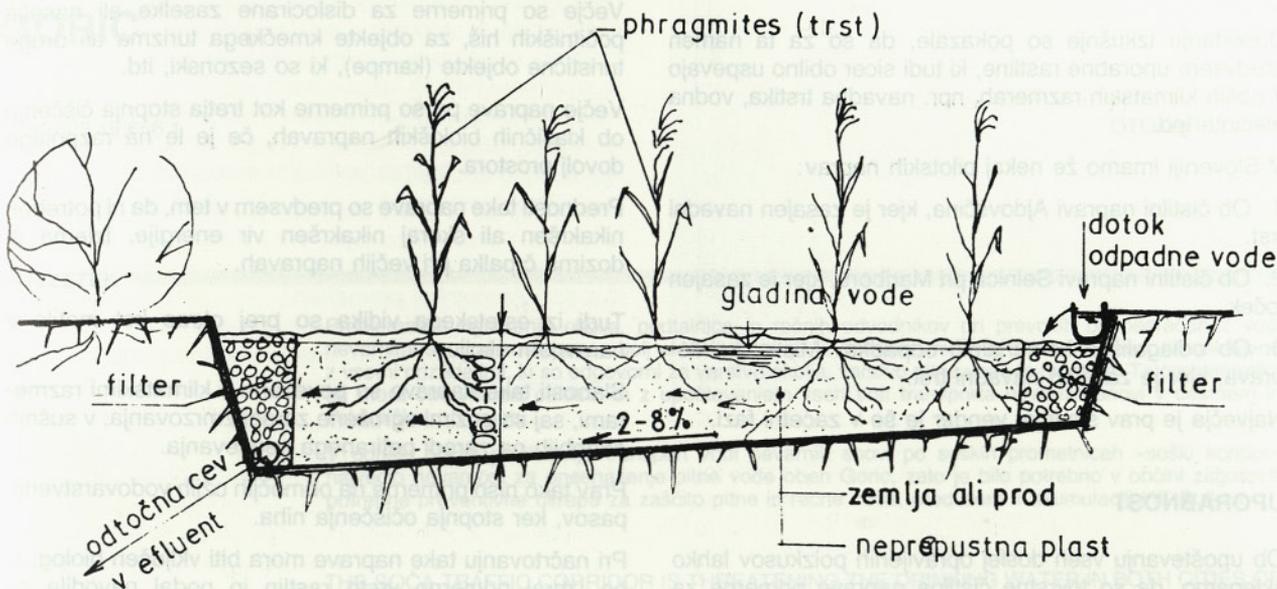
2. TEHNIČNA IZVEDBA

Čistilno napravo na principu močvirja ali, kot jo imenujemo, sanitarno močvirje, se izvede kot plitek umetno tesnjen bazen, napolnjen z zemljino. Prepustnost zemljine se izbere odvisno od izbire rastline, faktor prepustnosti je običajno $k = 10^{-5}$ m/s.

Debelina te posteljice je 0,40 m do 1,0 m. Skozi posteljico je vzpostavljen enakomeren pretok odpadne vode. Doziranje vode je odvisno od stopnje onesaženosti in od vrste rastline, kar je izraženo s potrebnim zadrževalnim časom.

Empirično je ugotovljeno, da je za 1 E potrebna površina 3–6 m² močvirja s hidravlično obremenitvijo ca. 40 l/m².

Avtorja:
Darinka Ignjatovič, dipl. gr. inž., Vodnogospodarski biro Maribor
Alenka Zagorc, dipl. biolog, Vodnogospodarski biro Maribor



Slika 1: Vzdolžni prerez

Izbrati je potrebno takšen dovodni in odvodni sistem ter padce, da je omogočen enakomeren pretok po vsej površini.

Gladina stalnega pretoka je vedno pod površino posteljice. S tem je onemogočen razvoj insektov.

Ugotovljeno je, da so učinki čiščenja zelo dobri, vendar nihajo od zelo velikih v poletnem času do srednjih v zimskem času.

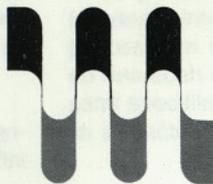
Za primerjavo bi navedli rezultate poizkusa na eni takih naprav velikosti < 100 E, ki je bil izveden v Salzburgu. Poizkus je trajal od 28. 10. 1978 do maja 1979. Navedeni so samo pomembnejši parametri.

Poleg vseh tehničnih ukrepov je potrebno izbrati primerno rastlino ter jo zasaditi v skladu z navodili biologa. Za navadni trst velja, da se zasadi 3-5 rastlin/m².

	Srednje vrednosti obremenitev	Stopnja eliminacije
pretok	1,2 m ³ /dan	
pH	7,16	
suspendirane snovi	0,1 ml/l	100 %
BPK ₅	26,2 mg/l	89,4 %
KPK	92,1 mg/l	84,6 %
KMn/O ₄ – poraba	71,4 mg/l	81,2 %
NH ₄ – dušik	25,8 mg/l	0 plin
celokupen dušik	32 mg/l	48,4 %
organski dušik	5 mg/l	73,8 %
celokupen fosfat	27,6 mg/l	5,8 %
detergenti	0,4 mg/l	96,1 %

Do popolnih učinkov čiščenja pride v 2-3 letih po zasaditvi. Nekatere od rastlin se kosijo in se lahko uporabijo za kompostiranje, nekatere pa se pustijo kar na gredah in rabijo pozimi kot izolacijski sloj. Seveda je potrebno pred spomladanskim brstenjem grede očistiti odmrlih delov rastlin.

VODNOGOSPODARSKI



BIRO MARIBOR p.o.

62000 Maribor
Glavni trg 19 c
tel.: (062) 29-051
žiro n.: 51800-601-23105
telefax (062) 222-117

IZKUŠNJE PRI NAS

Dosedanje izkušnje so pokazale, da so za ta namen predvsem uporabne rastline, ki tudi sicer obilno uspevajo v naših klimatskih razmerah, npr. navadna trstika, vodna hiacinta ipd.

V Sloveniji imamo že nekaj pilotskih naprav:

1. Ob čistilni napravi Ajdovščina, kjer je zasajen navadni trst.
2. Ob čistilni napravi Selnica pri Mariboru, kjer je zasajen loček.
3. Ob odlagališču komunalnih odpadkov Mislinjska dobrava, kjer je zasajen navadni trst.

Največja je prav slednja, vendar je še v začetni fazi.

UPORABNOST

Ob upoštevanju vseh doslej opravljenih poizkusov lahko sklepamo, da so tovrstne čistilne naprave primerne za posamezna gospodinjstva, ki nimajo možnosti navezave

na kanalizacijski sistem in na klasično čistilno napravo. Večje so primerne za dislocirane zaselke ali naselja počitniških hiš, za objekte kmečkega turizma ali druge turistične objekte (kampe), ki so sezonski, itd.

Večje naprave pa so primerne kot tretja stopnja čiščenja ob klasičnih bioloških napravah, če je le na razpolago dovolj prostora.

Prednosti take naprave so predvsem v tem, da ni potreben nikakršen ali skoraj nikakršen vir energije. Izjema je dozorna črpalka pri večjih napravah.

Tudi iz estetskega vidika so prej okras kot motilo v naravnem okolju.

Slabosti take naprave so povezane s klimatskimi razmerami, saj so pozimi ogrožene zaradi zmrzovanja, v sušnih obdobjih pa zaradi petiranega osuševanja.

Prav tako niso primerne na območjih ožjih vodovarstvenih pasov, ker stopnja očiščenja niha.

Pri načrtovanju take naprave mora biti vključen biolog, ki bo izbral primerno vrsto rastlin in podal navodila za njihovo nego.

LITERATURA

1. Udo Pframer Buchverlag, Bau und Betrieb von Anlagen zur Wasser und Abwasser Reinigung mit Hilfe von Wasserpflanzen.
2. P. F. Cooper, J. A. Hobson, S. Jones, Sewage Treatment by Reed Bed Systems, J. IWEM 1989.

1. VELIKOST SANITARNIH MOČVIRIJ

Na podlagi izkušenj tujih in domačih strokovnjakov

BIRO MARIBOR p.o.

Dimnikova ulica 10, 8000 Maribor
 Glavni trg 18c, Maribor
 Tel: (000) 28-001
 Fax: (000) 28-108
 E-mail: biuro@maribor.p.o.
 Tel: (000) 28-117

Čistilna naprava na principu močvirja ali, kot jo imenujemo, sanitarno močvirje, se izvede kot pilak umetno oz. naravno močvirje. Velikost močvirja je odvisna od vrste rastline, kar je izraženo s potrebnim zadrževalnim časom $k = 10^{-5}$ m/s.

Debelina te postelje je 0,40 m do 1,0 m. Skozi posteljo je vzpostavljen neromaknen pretok odpadne vode. Doziranje vode je odvisno od stopnje onesnaženosti in od vrste rastline, kar je izraženo s potrebnim zadrževalnim časom.

Empirično je ugotovljeno, da je za 1 E potrebna površina 3-6 m² močvirja s hidravlično obremenitvijo ca. 40 l/m².

SOŠKI PROMETNI KORIDOR OGROŽA PITNO VODO OBEH GORIC

UDK 628.19:656.1

OTOKAR LUZNIK

POVZETEK

Problematika ogroženja okolja, podtalnice in rečnih odvodnikov pri prevozi ob nesrečah z vodi nevarnimi snovmi postaja vse bolj aktualna, ker jo je potrebno reševati hitro, strokovno in usklajeno z vsemi prizadetimi, ki so odgovorni za varstvo okolja, varstvo pitne vode in prostora. Ta problematika se mora obravnavati celotno in z upoštevanjem vseh vrst transporta nevarnih snovi v cestnem in železniškem prometu.

V goriški občini predstavlja transport vodi nevarnih snovi po soških prometnicah »soški koridor« največjo nevarnost za onesnaženje pitne vode obeh Goric, zato je bilo potrebno v občini zagotoviti potrebne preventivne ukrepe za zaščito pitne in rečne vode, predvsem v akumulaciji HE Solkan.

THE SOČA TRAFFIC CORRIDOR IS THREATENING THE DRINKING WATER IN BOTH CITIES OF GORICA

SUMMARY

The problems of the environment, ground water and river pollution by water pollutants due to traffic accidents are evermore urgent, since they must be solved quickly, in a professional manner and in coordination with all those responsible for the environment, drinking water and area protection. These problems should be treated in a complex manner and all kinds traffic should be taken into account.

In the Gorica municipality the transportation of water pollutants via the traffic routes along the Soča river, i.e. in the so-called Soča corridor, presents the greatest threat of drinking water contamination in both cities of Gorica, therefore necessary preventive measures for drinking and river water protection especially in the accumulation of the Solkan hydropower station had to be taken.

UVOD

Nezgode z nevarnimi snovmi v proizvodnji, prometu in v tehnološki uporabi pogojujejo v svetu in pri nas dovolj prepričljivo spoznanje, da stalna gospodarska rast in tehnološki napredek prinašata s seboj tako mnoge nevarnosti za zdravje in življenje ljudi kakor tudi onesnaženje okolja, v nekaterih težjih primerih tudi popolno uničenje bivalnega okolja in virov pitne vode. Zato je prioritarna naloga vodnega gospodarstva in vseh sorodnih institucij, ki se ukvarjajo z varovanjem okolja, da se se čimprej izvede vse mogoče preventivne ukrepe za odpravljanje vzrokov takih nezgod kakor tudi njihovih posledic.

Sodobna tehnologija se ne more izogniti uporabi organskih in anorganskih vodi nevarnih surovin, kot so: naftni

derivati, kisline, baze, kemične sintetične snovi itd. Njihova vedno večja uporaba v industriji, kmetijstvu in široki potrošnji povzroča še povečano proizvodnjo teh nevarnih snovi. Zaradi tega se odpirajo vse večji problemi z varnim skladiščenjem, manipulacijo, predvsem s transportom teh snovi po cestah in železnici. Vse to povečuje stopnjo nevarnosti v ogrožanju človekovega bivalnega okolja, rečnih in pitnih voda ter narave. Preventivni ukrepi za preprečitev nesreč s temi snovmi ne zadoščajo več, zato se je potrebno lotiti pravočasnih in strokovno pravilno izvedenih intervencijskih akcij v primeru izlitja teh snovi pri cestnem in železniškem transportu. Pri intervencijah ob nesrečah s temi snovmi opažamo še vedno nemoč pri sami specifikaciji intervencije, delno pomanjkljivi opremljenosti in načinu obveščanja o intervenciji.

SOŠKA PROMETNICA IN NEVARNOSTI IZLITJA STRUPENIH SNOVI V SOČO

Največji rečni odvodnik v goriški in severnopriforski regiji je reka Soča. Soča je glavni odvodnik površinskih voda

Avtor:
Otokar Luznik, prof. bio.



Izlitje cisterne z naftnimi derivati v Sočo – junij 1990

iz zahodnega dela Slovenije v Jadransko morje. Po značaju je to izrazito gorski hudourniški odvodnik, kar se kaže tudi v karakterističnih pretokih. Reka Soča se steka po ozki dolini s sorazmerno velikimi padci, zato je hitrost pretoka sorazmerno zelo velika. Šele pri Solkanu in kasneje v goriški ravnini se njena hitrost zmanjša. Prav zaradi hidrološke specifikke je Soča izredno primerna za energetske izrabo. Danes so na njej tri večja umetna jezera za potrebe hidroelektrarn, od katerih je bila v zadnjem času zgrajena akumulacija HE Solkan. Z izgradnjo akumulacije HE Solkan se je zelo spremenil vodni režim reke Soče od Plavi do Solkana. Zgrajena akumulacija je neposredno nad pomembnim vodnim virom za oskrbo s pitno vodo na črpališču Mrzlek, ki napaja s pitno vodo obe Gorici z okolico.

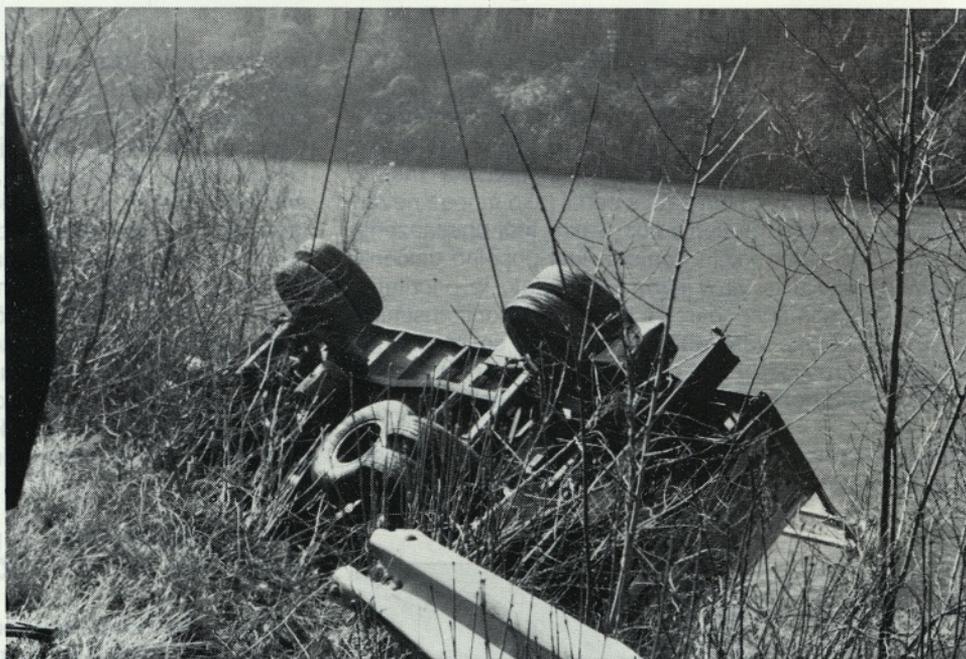
Po zadnjih ugotovitvah akumulacija HE Solkan v določnem letnem razdobju že neposredno vpliva na kakovost pitne vode iz Mrzleka, saj je nedvomno ugotovljeno mešanje izvira vode z rečno soško vodo. To pomeni, da je potrebno tretirati akumulacijo HE Solkan kot najožji varnostni pas vodovoda Mrzlek. Poleg tega črpališča pa se neposredno iz HE Solkan napaja tudi črpališče Prelesje, ki oskrbuje s pitno vodo Goriška Brda.

Nevarnost, da bi prišlo do izlitja nevarne snovi v akumulacijo HE Solkan in pogojno v vodovodni sistem, je zelo velika, saj vemo, da potekata neposredno ob akumulaciji dve zelo pomembni prometnici:

- medobčinska cesta Nova Gorica–Tolmin in
- železniška proga Nova Gorica–Jesenice – imenovana tudi »soški koridor«.

Obe glavni prometnici predstavljata izredno veliko nevarnost za pitno vodo obeh črpališč in za ca. 8.5 milijonov kubikov akumulirane rečne vode. Ker predvsem cestna prometnica poteka zelo ovinkasto ob celotnem območju akumulacije, je zelo velika verjetnost, da bi ob prometni nesreči ob prevozu vodi nevarne snovi celotna količina nevarne snovi iztekla neposredno v akumulacijo in kontaminirala rečno in pitno vodo. Za zajetje in vodovod Mrzlek že obstaja občinski odlok o varovalnih pasovih in ščitenju izvira in zalog pitne vode v zaledju (rnovska planota), vendar v ta odlok še nista zajeti obe prometnici. Tako ni dosegljivih podatkov o kamionskih prevozih nevarnih snovi, ki jih dnevno prevažajo po soški prometnici, niti ni poznana količina in vrsta nevarnih snovi, ki jih prevažajo po železnici.

Za cestno prometnico, ki poteka ob akumulaciji HE Solkan, ni poskrbljeno za prometni režim prevoza vodi nevarnih snovi. Samo v zadnjem letu beležimo na tem



**Prikolica s cementnim to-
vorn v Soči**

območju dve hudi prometni nesreči, ko sta tovornjaka s prikolico in nevarno snovjo zgrmela v jezero in ogrozila rečno in pitno vodo. Zlasti zadnja prometna nesreča, ko se je v reko Sočo izteklo iz cisterne nekaj tisoč litrov naftnih derivatov, bi lahko povzročila v akumulaciji in pitni vodi pravo ekološko katastrofo. Samo spletu zelo srečnih okoliščin in hitri intervenciji gasilcev in drugih pristojnih služb gre zasluga, da v tem primeru ni prišlo do popolnega uničenja akumulacije in pitne vode vodarn Mrzlek in Prelesje.

Prav ta zadnja prometna nesreča, ki bi lahko imela katastrofalne in daljnosežne posledice za pitno vodo obeh Goric, je sprožila v občini pri pristojnih službah zelo hitro reakcijo. Tako se je pod okriljem Štaba za civilno zaščito in Izvršnega sveta občine Nova Gorica sestala komisija, ki si je zadala nalogo, da bo izdelala vse potrebne preventivne in zaščitne ukrepe, da do takih nesreč v prihodnosti ne bi več prihajalo. Interventna operativna skupina, ki je opremljena za intervencijo v sklopu gasilske enote, pa se je dopolnila z inšpekcijskimi službami in

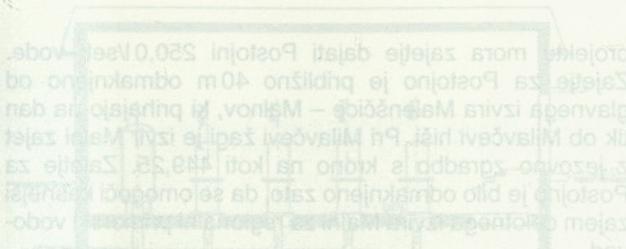
VODNOGOSPODARSTVO



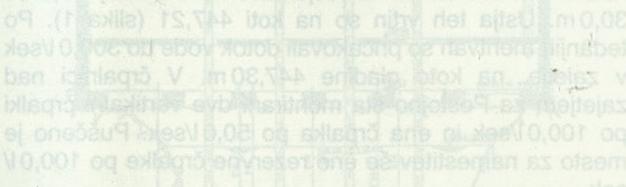
strokovnjaki iz podjetij, ki so zadolženi za hitro in učinkovito intervencijo ob nenadnih izlitihi vodi nevarnih snovi.

Ne glede na vse sprejete preventivne in varnostne ukrepe za zaščito območja akumulacije HE Solkan, da bi se v največji meri preprečilo onesnaženje akumulacije in pitne vode iz obeh zajetij, pa še vedno obstaja zelo velika nevarnost, da bi ob prometni nesreči prišlo do onesnaženja vode z nevarno ali strupeno snovjo. Zato bi morali v občini čimprej poiskati alternativni vir pitne vode, ki bi v primeru onesnaženja pitne vode Mrzleka in Prelesja v celoti območil preskrbo s pitno vodo za obe mesti.

Projektna rešitev je bila izkopsana v globino 10,0 m. Zajem vode je bil zagotovljen s pomočjo dveh črpalk, ki sta povezani s skupno električno napelavo. Voda iz jezera je prečiščena in jo nato vodo iz jezera. Voda iz jezera je prečiščena in jo nato vodo iz jezera. Voda iz jezera je prečiščena in jo nato vodo iz jezera.



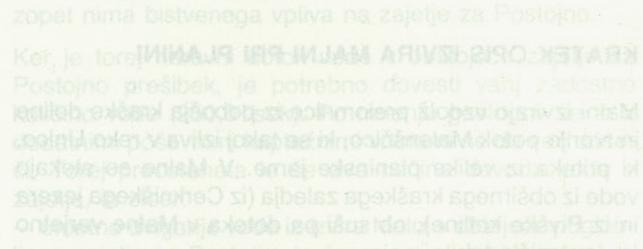
Projektna rešitev je bila izkopsana v globino 10,0 m. Zajem vode je bil zagotovljen s pomočjo dveh črpalk, ki sta povezani s skupno električno napelavo. Voda iz jezera je prečiščena in jo nato vodo iz jezera. Voda iz jezera je prečiščena in jo nato vodo iz jezera.



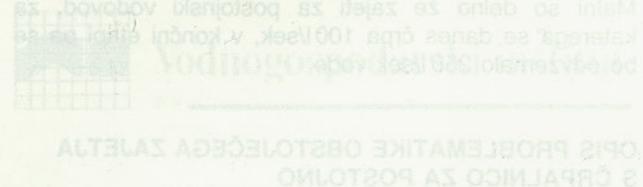
Projektna rešitev je bila izkopsana v globino 10,0 m. Zajem vode je bil zagotovljen s pomočjo dveh črpalk, ki sta povezani s skupno električno napelavo. Voda iz jezera je prečiščena in jo nato vodo iz jezera. Voda iz jezera je prečiščena in jo nato vodo iz jezera.

Projektna rešitev je bila izkopsana v globino 10,0 m. Zajem vode je bil zagotovljen s pomočjo dveh črpalk, ki sta povezani s skupno električno napelavo. Voda iz jezera je prečiščena in jo nato vodo iz jezera. Voda iz jezera je prečiščena in jo nato vodo iz jezera.

Projektna rešitev je bila izkopsana v globino 10,0 m. Zajem vode je bil zagotovljen s pomočjo dveh črpalk, ki sta povezani s skupno električno napelavo. Voda iz jezera je prečiščena in jo nato vodo iz jezera. Voda iz jezera je prečiščena in jo nato vodo iz jezera.



Projektna rešitev je bila izkopsana v globino 10,0 m. Zajem vode je bil zagotovljen s pomočjo dveh črpalk, ki sta povezani s skupno električno napelavo. Voda iz jezera je prečiščena in jo nato vodo iz jezera. Voda iz jezera je prečiščena in jo nato vodo iz jezera.



Projektna rešitev je bila izkopsana v globino 10,0 m. Zajem vode je bil zagotovljen s pomočjo dveh črpalk, ki sta povezani s skupno električno napelavo. Voda iz jezera je prečiščena in jo nato vodo iz jezera. Voda iz jezera je prečiščena in jo nato vodo iz jezera.

Projektna rešitev je bila izkopsana v globino 10,0 m. Zajem vode je bil zagotovljen s pomočjo dveh črpalk, ki sta povezani s skupno električno napelavo. Voda iz jezera je prečiščena in jo nato vodo iz jezera. Voda iz jezera je prečiščena in jo nato vodo iz jezera.

NAČIN SANACIJE OBSTOJEČEGA ZAJETJA PITNE VODE IZVIRA MALNI

UDK 628.1.033+628.16.04/09

MARIJAN TOMŠIČ

POVZETEK

Izvir Malni pri Planini je danes delno zajet za vodovod mesta Postojne. Kapaciteta obstoječega zajetja pa je nižja od projektirane, zato je potrebno zajetje sanirati. Članek opisuje način sanacije zajetja.

ON METHOD OF THE EXISTING CAPTURE SANATION OF THE DRINKING WATER SPRING OF MALNI

SUMMARY

Today the spring of Malni is partially captured for the pipe-line for drinking water supply of Postojna. The capacity of the existing capture is smaller than projected one and the sanitation of the capture is necessary. The sanitation of the capture is described in this paper.

KRATEK OPIS IZVIRA MALNI PRI PLANINI

Malni izvirajo vzdolž prelomnice iz pobočja kraške doline in tvorijo potok Malenščico, ki se takoj izliva v reko Unico, ki priteka iz velike planinske jame. V Malne se stekajo vode iz obširnega kraškega zaledja (iz Cerkniškega jezera in iz Pivške kotline), ob suši pa doteka v Malne verjetno le Javorniški tok.

Neposredno obrobje Malnov je zgrajeno iz spodnjekrednih temnosivih mikritnih apnencev. Dolina Malnov je zarezana v teme antiklinale, ki jo seka močan, dinarsko usmerjen prelom.

Malni so delno že zajeti za postojnski vodovod, za katerega se danes črpa 100 l/sek, v končni etapi pa se bo odvezemalo 250 l/sek vode.

OPIS PROBLEMATIKE OBSTOJEČEGA ZAJETJA S ČRPALNICO ZA POSTOJNO

Obstoječe zajetja s črpalnico za Postojno, ki je bilo zgrajeno leta 1972, je postavljeno gorvodno Milavčeve žege, med njo in med starim zajetjem za Planino. Po

projektu mora zajetje dajati Postojni 250,0 l/sek vode. Zajetje za Postojno je približno 40 m odmaknjeno od glavnega izvira Malenščice – Malnov, ki prihajajo na dan tik ob Milavčevi hiši. Pri Milavčevi žagi je izvir Malni zajet z jezovno zgradbo s krono na koti 449,25. Zajetje za Postojno je bilo odmaknjeno zato, da se omogoči kasnejši zajem celotnega izvira Malni za regionalni primorski vodovod.

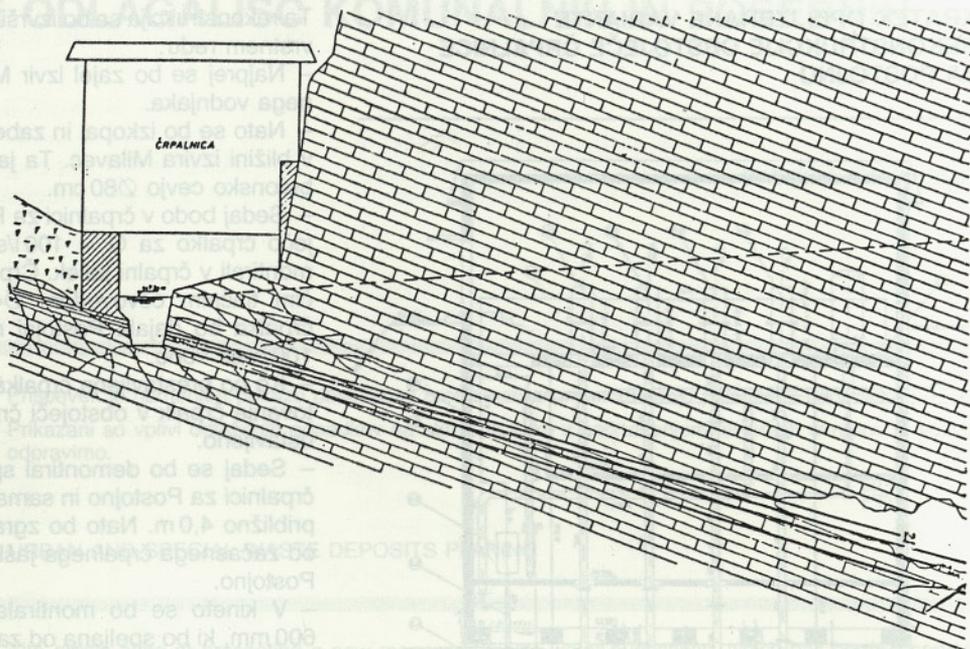
Zajetje za Postojno je bilo izkopano v globino do kote 446,47 m (teren 450,88). Iz dna zajetja je Geološki zavod izvrtal 18 poševnih kaptažnih vrtin $\varnothing 95$ mm, od katerih je 16 zadelo na sistem kavern in 4 vrtine $\varnothing 200$ mm, od katerih sta dve zadeli na večjo kaverno v razdalji 27,0 do 30,0 m. Ustja teh vrtin so na koti 447,21 (slika 1). Po tedanjih meritvah so pričakovali dotok vode do 300,0 l/sek v zajetje, na koto gladine 447,30 m. V črpalnici nad zajetjem za Postojno sta montirani dve vertikalni črpalčki po 100,0 l/sek in ena črpalčka po 50,0 l/sek. Puščeno je mesto za namestitev še ene rezervne črpalke po 100,0 l/sek.

Med obratovanjem pa se je izkazalo, da v zajetje ne doteka več kot 100,0 l/sek vode, ne glede na vodostaj Malnov ali vodostaj v zajetju. Če se pri visokih vodostajih poleg ene črpalke s 100,0 l/sek vključi še ena črpalčka s 50,0 l/sek, že v kratkem času pade gladina v zajetju na koto 448,20, kjer varovalo avtomatično izključi obe črpalčki.

Zato so pred 9 leti izvrtali pod vsako črpalčko okroglo poglabitev $\varnothing 80$ cm, približno 1,70 m globoko pod prvotno

Avtor:
Marijan Tomšič, dipl. inž., Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana, Hajdrihova 28

Slika 1. Obstoječe zajetje za Postojno, poševne vrtime



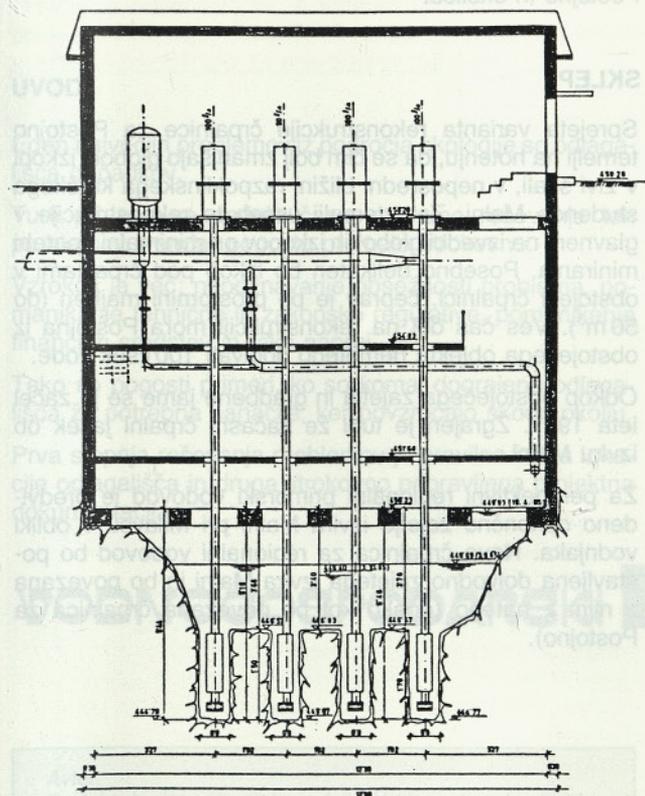
dno zajetja. Ustrezno so tudi podaljšali vertikalne črpalke, vendar bistvenega izboljšanja dotoka vode v zajetje ni bilo (slika 2). Poglobitve pod črpalkami so praktično neprepustne za vodo. Voda doteka v zajetje še vedno le

skozi prvotne poševne kaptažne vrtime na koti 447,21 m. Od vseh izvrtanih vrtin dajejo vodo danes samo 3 (ena vrtina $\varnothing 200$ mm in 2 vrtni $\varnothing 95$ mm).

Končno so v letih 1982/83 sanirali obstoječo Milavčevo jezovno zgradbo in povečali njeno neprepustnost, kar pa zopet nima bistvenega vpliva na zajetje za Postojno.

Ker je torej naravni dotok vode v obstoječe zajetje za Postojno prešibek, je potrebno dovesti vanj zadostno količino vode (250,0 l/sek). Po mnenju geologov se to z dodatnimi poševnimi kaptažnimi vrtinami ne da več doseči. Torej preostaneta le še dva načina dovoda vode v zajetje, in sicer:

- umetno dviganje vode iz izvira Malni v obstoječe poglobljeno zajetje za Postojno (s črpanjem ali z nategu)
- težnostni dotok vode iz izvira Malni v obstoječe poglobljeno zajetje za Postojno z izkopom 7,0 do 8,0 m globokega kanala.



Slika 2. Obstoječe zajetje za Postojno s črpalnico – vzdolžni prerez



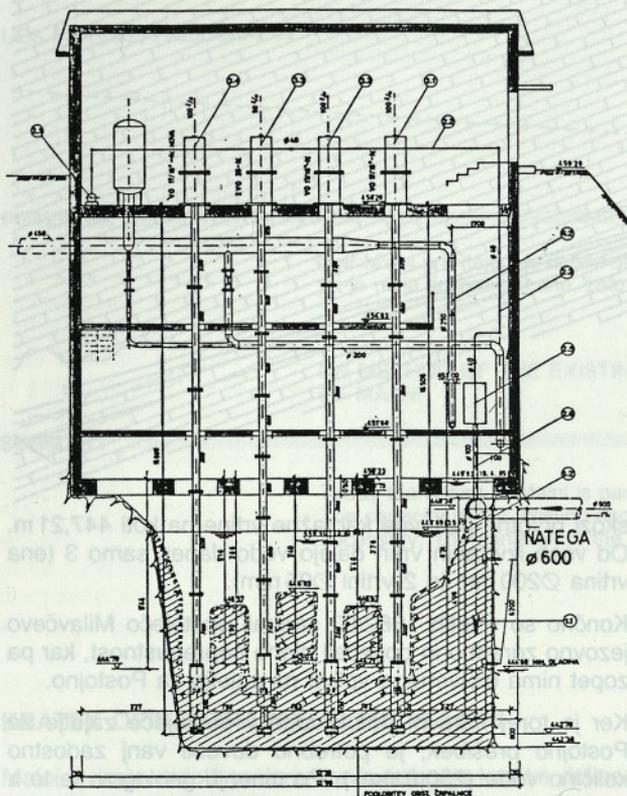
Vodnogospodarski inštitut

p. o.

Vodnogospodarski inštitut
61000 Ljubljana, Hajdrihova 28
telefon: (061) 210-812

Vodnogospodarski inštitut je študijsko obravnaval rekonstrukcijo zajetja za Postojno v 4 variantah. Na podlagi teh variant je za izvedbo izbrana modificirana IV. varianta, po kateri bo dotekala voda iz izvira Malni v poglobljeno obstoječe zajetje za Postojno po nategi.

KRATEK OPIS IZBRANE VARIANTE REKONSTRUKCIJE OBSTOJEČE ČRPALNICE ZA POSTOJNO



Slika 3. Obstojече zajetje za Postojno s črpalnico –
rekonstrukcija, vzdolžni prerez

Temeljna zahteva je, da mora Postojna ves čas rekonstrukcije dobivati iz obstojечега zajetja stalno vodno količino $Q = 100$ l/sek. Zato predvidevamo, da se bo najprej zgradila začasna črpalnica, ki bo povezana z izvirov Malni. Od tod se bo črpala v Postojno količina 100 l/sek. Ko bo ta začasna črpalnica obratovala, se bo ustavil obrat črpalk v obstojеči črpalnici in objekt le-te se bo poglobil za približno 4,0 m. Končno se bo poglobljena obstojеča črpalnica povezala s pomočjo natege $\varnothing 600$ mm z začasnim črpalnim jaškom in v obstojеčo poglobljeno črpalnico za Postojno bo dotekala iz izvira Malni pri najnižjem vodostaju vodna količina $Q_{\max} = 300$ l/sek.

Ta rekonstrukcija se bo izvršila v naslednjem kronološkem vrstnem redu:

- Najprej se bo zajel izvir Milavec–Malni v obliki naravnega vodnjaka.
- Nato se bo izkopal in zabetoniral začasni črpalni jašek v bližini izvira Milavec. Ta jašek bo povezan z izvirov z betonsko cevjo $\varnothing 80$ cm.
- Sedaj bodo v črpalnici za Postojno demontirali 1 obstojеčo črpalnico za $Q = 100$ l/sek in jo skrajšano začasno montirali v črpalni jašek. Črpalnica bo povezana z obstojеčim tlačnim cevovodom $\varnothing 400$ s cevjo $\varnothing 250$ mm. Ta črpalnica bo dajala Postojni med rekonstrukcijo približno 100 l/sek vode.
- Ko bo prestavljena črpalnica začela obratovati, bo obratovanje črpalk v obstojеči črpalnici za Postojno začasno ustavljeno.
- Sedaj se bo demontiral spodnji del črpalk v obstojеči črpalnici za Postojno in sama črpalnica bo poglobljena za približno 4,0 m. Nato bo zgrajena železobetonska kineta od začasnega črpalnega jaška do obstojеče črpalnice za Postojno.
- V kineto se bo montirala natega iz jekleni cevi $\varnothing 600$ mm, ki bo speljana od začasnega črpalnega jaška do poglobljene obstojеče črpalnice za Postojno. Tu se bo tudi v pritličju namestil evakuacijski agregat (vakuumska črpalnica). Ko bo začela natega delovati, se bo začasno montirano črpalnico zopet prestavilo nazaj v obstojеčo črpalnico, ki bo sedaj brez težav dajala 250 l/sek vode v Postojno in okolico.

SKLEP

Sprejeta varianta rekonstrukcije črpalnice za Postojno temelji na hotenju, da se čim bolj zmanjšajo globoki izkopi v živi skali, v neposredni bližini razpoklinskega kraškega studenca Malni. Zato temelji uspeh te rekonstrukcije v glavnem na izvedbi globokih izkopov pri minimalni uporabi miniranja. Posebno delikaten bo izkop pod črpalniki v obstojеči črpalnici, čeprav je po prostornini majhen (do 50 m^3). Ves čas del na rekonstrukciji mora Postojna iz obstojеčega objekta nemoteno dobivati 100 l/sek vode.

Odkop obstojеčega zajetja in gradbene jame se je začel leta 1987. Zgrajen je tudi že začasni črpalni jašek ob izvirov Malni.

Za perspektivni regionalni primorski vodovod je predvideno dokončno zajetje izvira Malni pri Milavcu v obliki vodnjaka. Nova črpalnica za regionalni vodovod bo postavljena dolvodno zajetega izvira Malni in bo povezana z njim z natego (enako kot bo povezana črpalnica za Postojno).

NAČRTOVANJE ODLAGALIŠČ KOMUNALNIH IN POSEBNIH ODPADKOV

UDK 628.4

DARINKA IGNJATOVIČ

POVZETEK

Prispevek je namenjen prikazu obsežnosti problematike pri načrtovanju odlagališč odpadkov. Prikazani so vplivi odloženih odpadkov na okolje in kako z načrtovanjem tehničnih ukrepov te vplive odpravimo.

URBAN AND SPECIAL WASTE DEPOSITS PLANING

SUMMARY

The article aims at presenting a new manner of waste water purification, which has been accepted and used to a certain degree especially abroad, namely the vegetable purification plants. One of such plants is the so-called sanitary swamp, which is described in short in this article.

UVOD

Eden največjih problemov iz področja ekologije so odlagališča odpadkov.

Tudi pri nas se zadnje čase lotevamo reševanja teh problemov, vendar pogosto premalo strokovno.

Vzrokov je več: nepoznavanje obsežnosti problema, pomanjkanje tehnične in zakonske regulative, pomanjkanje finančnih sredstev in tako naprej.

Tako so pogosti primeri, ko so komaj dograjena odlagališča že potrebna sanacije, ker povzročajo škodo okolju.

Prva stopnja reševanja problemov je pravilna izbira lokacije odlagališča in druga strokovno pripravljena projektna dokumentacija.

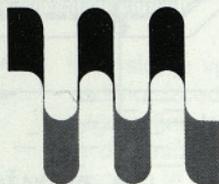
1. IZBIRA LOKACIJE

Iskanje optimalne lokacije za določeno vrsto odpadkov je obsežno delo, ki zahteva preučitev:

- topografskih značilnosti
- geoloških lastnosti tal
- hidrogeoloških razmer
- hidrologije
- meteoroloških podatkov
- narave odpadkov
- tehnologije vgrajevanja odpadkov
- ekonomske upravičenosti itd.

Običajno je potrebno obdelati dve ali več variant in s primerjavo določiti najprimerjšo.

VODNOGOSPODARSKI



BIRO MARIBOR p.o.

Avtor:
Darinka Ignjatovič, dipl. gr. inž., Vodnogospodarski biro
Maribor

62000 Maribor
Glavni trg 19 c
tel.: (062) 29-051
žiro rn.: 51800-601-23105
telefax (062) 222-117

2. VPLIV NA OKOLJE

Pravilno načrtovano in zgrajeno odlagališče mora odpraviti vse škodljive vplive odloženih odpadkov na okolje.

Nestrokovno urejena deponija ogroža okolje prek onesnaženja zraka, možnosti eksplozij, z eolskim onesnaženjem, povzroča poškodbe vegetacije itd. Slika 1.

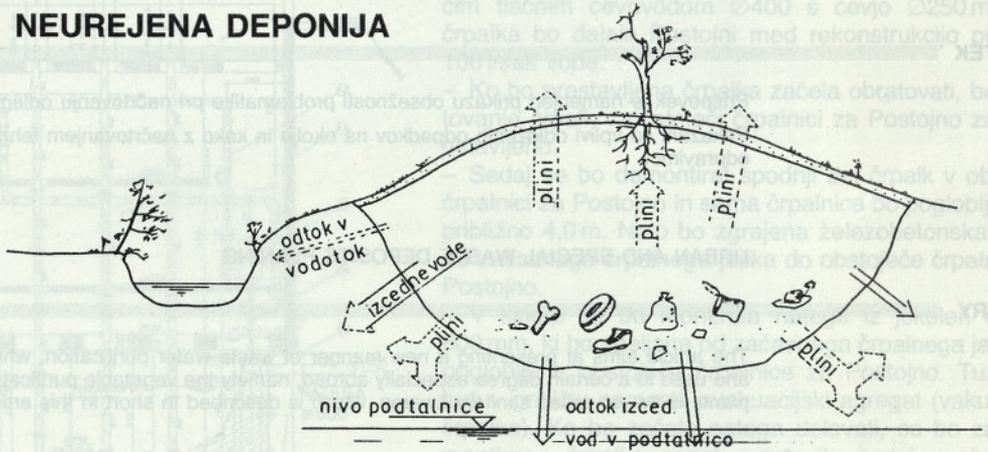
Urejeno odlagališče zagotavlja nadzorovanje in vodenje vseh procesov znotraj in zunaj njega tako, da so za naravo in ljudi neškodljivi. Slika 2.

Glavni problemi odlagališča so:

2.1. IZCEDNE VODE

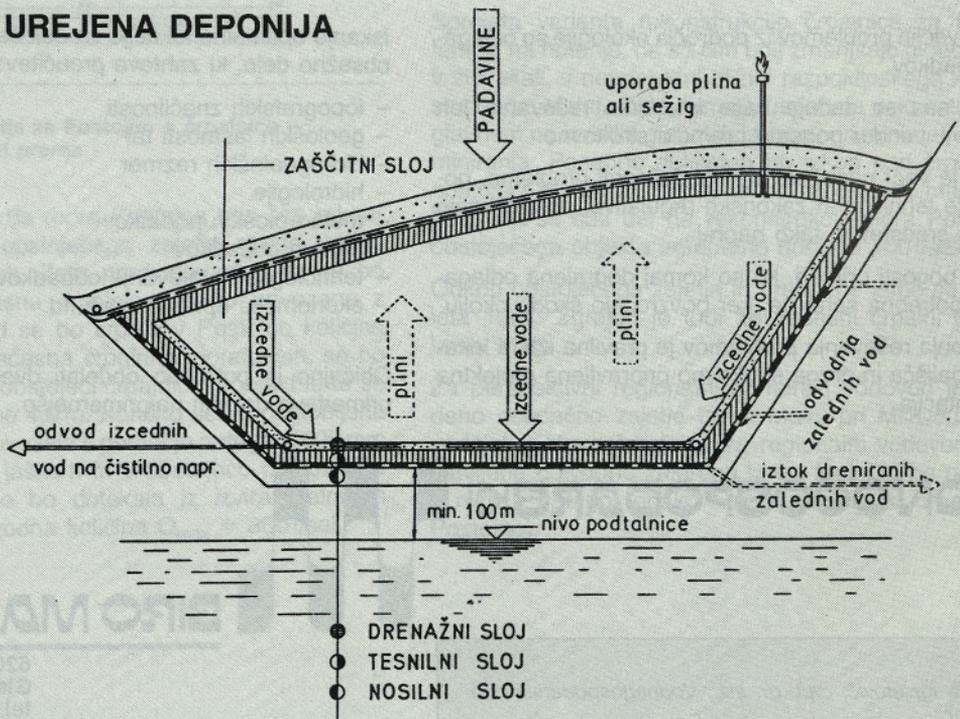
To so delno lastne vode odpadkov, večinoma pa so to

NEUREJENA DEPONIJA



Slika 1

UREJENA DEPONIJA



Slika 2

tiste meteorne vode, ki padejo na odlagališče, pronicajo med odpadke, kjer se zaradi razgradnih procesov onesažijo in odtečejo v podtalnico.

Izcedne vode so visoko obremenjene z nitrati, kloridi in sulfati, visoke so organske obremenitve, lahko pa so obremenjene tudi s koli in drugimi patogenimi bakterijami, kovinskimi ioni in drugimi kemikalijami.

Postopek čiščenja teh vod je zelo zahteven, zato moramo čim bolj omejiti njihov nastanek. To dosežemo s skrbno odvodnjo še čistih meteornih in zalednih vod, s prekrivanjem odpadkov in s postopno rekultivacijo zaključenih delov deponije.

2.2. PLINI

Sestava plinov v telesu deponije je posledica anaerobnih biokemičnih procesov pri razgradnji organskega dela odpadkov. Po sestavi so to pretežno metan, ogljikov dioksid, vodik in dušik.

Negativni vplivi plinov so predvsem smrad, nevarnost požarov in eksplozij ter poškodbe vegetacije zaradi izpodrivanja kisika iz tal.

Za oceno količine velja podatek, da 1 t gospodinskih odpadkov razvije 2–5 m³ plinov letno.

Na urejenem odlagališču mora biti predviden sistem prisilnega odplinjevanja, s katerim se plini kontrolirano odvajajo v ozračje, sežigajo ali pa zaradi visoke kalorične vrednosti izkoriščajo za energetske namene.

3. OBSEG PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

Projekt odlagališča mora podati naslednje rešitve:

3.1. KONSTRUKCIJA DEPONIJE

a) Nosilni sloj

Telo deponije je zgrajeno različno visoko, tudi do 30 m in več. To zahteva veliko nosilnost temeljnih tal. Če tega ne zagotavljajo naravne danosti, je potrebno nosilnost doseči z dodatnimi tehničnimi ukrepi.

b) Tesnilni sloj

Je najbolj zahteven del zgradbe odlagališča. Njegova funkcija je onemogočiti izcednim vodam pronicanje v podtalje. To se lahko izvede z naravnimi mineralnimi materiali, npr. z glino velike gostote, z umetnimi tesnilnimi trakovi ali pa s kombinacijo obeh materialov.

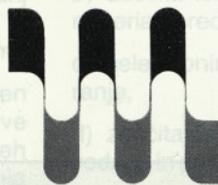
Tesnilni sloj mora poleg vodoneprepustnosti zagotavljati:

- trajno funkcionalno sposobnost,
- neobčutljivost za posedke,
- trdnost glede na obremenitve pri vgradnji, transportu, obratovanju in po dokončanju odlagališča,
- možnost zbiranja izcednih vod in njihovo odvajanje,
- možnost kontrole tesnosti.

c) Drenažni sloj

Je običajno mineralni sloj posebne granulacije, v katerem se zbira izcedne vode.

VODNOGOSPODARSKI



BIRO MARIBOR p.o.

62000 Maribor
Glavni trg 19 c
tel.: (062) 29-051
žiro nr.: 51800-601-23105
telefax (062) 222-117

2.3. OSTALI VPLIVI

Poleg naštetih problemov se pojavlja še:

- razvoj mikroorganizmov,
- živalskih organizmov (glodalci),
- rastlinskih organizmov.

Vse te vplive je mogoče občutno zmanjšati z izbiro tesnilnega sloja dna odlagališča in zaščitnih slojev ter s tehnologijo odlaganja.

V ta sloj je vgrajen cevni sistem, s katerim kontrolirano vodimo izcedne vode iz deponije. Tudi ta sloj mora zagotavljati trajnost in zadostno odpornost proti statičnim in dinamičnim obtežbam. Poleg tega mora biti izveden tako, da je možno občasno čiščenje posameznih elementov.

d) Prekrivni ali zaščitni sloj

Od kakovosti tega sloja je odvisna količina izcednih vod in obseg anaerobnih procesov v deponiji. Z njegovo

kvalitetno izvedbo zagotavljamo pravilno funkcioniranje odlagališča. Običajno je to mineralni zaščitni sloj ali pa kombinacija mineralnega in umetnega sloja.

e) Sistem za odvajanje plinov

To je sistem jaškov za odplinjevanje s pripadajočim cevnim sistemom in napravami za sežig ali uporabo plinov.

f) Sistem za odvodnjo še čistih vod

Zelo skrbno je potrebno raziskati terenske razmere in odpeljati vse zaledne vode, izvire in površinske vode mimo odlagališča, da ne bi prodrle v telo deponije.

g) Tehnologija vgrajevanja odpadkov

Je poseben del projekta, ki je odvisen od vrste odpadkov in zahteva kompleksno znanje kemije, biologije in gradbeništva.

3.2. INFRASTRUKTURA ODLAGALIŠČA

S projektno dokumentacijo je potrebno rešiti problem

transportov in obratovanja odlagališča. Sem spadajo:

- a) transportne poti do odlagališča,
- b) sprejem odpadkov z vsemi potrebnimi objekti,
- c) interne transportne poti,
- d) izkop in deponiranje materiala za prekrivanje,
- e) izbira mehanizacije,
- f) fizično zavarovanje odlagališča,
- g) način nadzorovanja vplivov na okolje,
- h) revitalizacija zaključenega odlagališča.

SKLEP

Iz povedanega je razvidno, da zahteva projektiranje odlagališč teamsko delo raznovrstnih strok, ker se le tako lahko izdelata kvaliteten projekt.

Pri tem je potrebno povedati še to, da naša zakonodaja ne sledi potrebam stroke. Za vstop v Evropo bodo namreč potrebni tudi evropski standardi. Naša tehnična regulativa pa je še daleč od tega.

OBVESTILO!

Vse naročnike Gradbenega vestnika obveščamo, da bo višina naročnine za Gradbeni vestnik za leto 1991 objavljena v 3. številki Gradbenega vestnika.

PROBLEMATIKA ODLAGALIŠČ KISLEGA GUDRONA V MARIBORU

UDK 628.54

STANKO BUKOVNIK, MARKO SLOKAR

POVZETEK

V članku je prikazana osnovna ekološka problematika odlagališč kislega gudrona na območju mesta Maribor in še posebej v Pesniškem dvoru pri Mariboru. Opisana so pripravljalna raziskovalna dela – podan predlog tehnološkega postopka sanacije. Podana pa je tudi spremljajoča problematika: strateška, ekonomska, upravna, ki je pri reševanju ekoloških problemov prisotna.

SOME PROBLEMS OF THE ACID GOUDRON DEPOSIT IN MARIBOR

SUMMARY

The article presents the basic environmental problems caused by the acid goudron deposits in the Maribor region and especially at the location of Pesniški dvor near Maribor. Preliminary investigations and a proposal of the technological decontamination procedure are described. The parallel problems of the strategic, economic and administrative nature, which are also present when solving the environmental problems, are also presented.

1. UVOD

Posebni odpadki kot neuporaben stranski produkt različnih tehnoloških postopkov predstavljajo danes hud in še nerešen ekološki problem. Industrija je bolj ali manj prepuščena sama sebi in rezultat tega so parcialne in velikokrat neustrezne rešitve problema, kam z odpadkom.

Odlaganje odpadnih materialov v naravne ali za ta namen posebej izkopane jame je najbolj razširjena oblika rešitve problema. Danes se na ta način deponira ca. 80 % vseh industrijskih odpadnih materialov. Ostali načini odlaganja oziroma obdelave so še odlaganja v oceane (5 %), injiciranje v globino zemlje (5 %), sežig (5 %) ter solidifikacija, stabilizacija, mikrobiološka razgradnja in drugi podobni postopki (ca. 5 %). Iz navedenih podatkov je razvidno, da deponiranje kot način reševanja problema odpadnih materialov prevladuje. Za to obstajata v glavnem dva razloga. Prvi je prav gotovo nizka cena rešitve problema, še posebno če gre za odlaganje, ki ni v skladu s predpisanimi postopki odlaganja. Drugi razlog je nepoznavanje primer-
nih tehnologij za obdelavo odpadkov. Od celotne količine deponiranih posebnih odpadkov jih je le majhen odstotek

deponiran v skladu s predpisi in z upoštevanjem osnovnih principov:

- a) izbira pravilne lokacije z neprepustnim terenom,
- b) zaščita terena odlagališča s sintetičnimi ali naravnimi materiali pred pričetkom odlaganja odpadnih materialov,
- c) selekcioniranje odpadnih materialov in ločeno deponiranje,
- d) zaščita deponije pred meteornimi, tujimi in podzemnimi vodami in popolna kontrola oziroma čiščenje izcednih vod,
- e) organizacija neprekinjenega »monitoringa« deponije.

2. PROBLEMATIKA ODLAGALIŠČ KISLEGA GUDRONA V MARIBORU

V Mariboru je SOZD Petrol, DO Rafinerija mineralnih olj Maribor v procesu svoje dejavnosti proizvajal posebno nevaren odpadke »kisli gudron«, tako imenujemo neuporaben ostanek pri procesu kisle rafinerije rabljenih olj.

Ta odpadke so odlagali v deponijo v Pesniškem dvoru, za katero je bilo izdano gradbeno dovoljenje, v divje odlagališče – gramoznica v Bohovi – 3 jame in v Studencih – 1 jama.

Vsa odlagališča so neustrezna, saj ne izpolnjujejo niti enega od petih navedenih principov.

Avtorja:
Stanko Bukovnik, dipl. geod. kom. inž., Vodnogospodarski biro Maribor
Marko Slokar, dipl. inž. kemije, Hidroinženiring Ljubljana

Kisli gudron vsebuje poleg mineralnih olj tudi velike količine žveplove kisline, težke kovine in druge nevarne snovi, ki zelo negativno vplivajo na okolje.

Divje odlagališče v Bohovi je v drugi varstveni coni črpališča pitne vode, isto velja za Studence, Pesniška jama pa je ob potoku Gačnik, od koder je možno prek potoka Gačnika in Pesnice ogroziti rezervate pitne vode ob Pesnici.

Odlagališča predstavljajo torej pravo biološko bombo, zato se v Mariboru že nekaj let trudijo za ustrezno sanacijo.

Reševanje te problematike ima tekšen obseg, da je potreben interdisciplinaren pristop. Tako so bile v dela vključene naslednje delovne organizacije:

- Hidroinženiring Ljubljana – nosilec naloge in koordinator
- Geološki zavod Ljubljana
- Zavod za zdravstveno varstvo Maribor
- ZUM Maribor
- Zavod za varstvo pri delu Maribor
- Elektrogospodarstvo
- Vodnogospodarski biro Maribor
- VGP Inženiring Maribor.

Poleg navedenih delovnih organizacij so pri realizaciji celotne akcije veliko prispevale tudi družbenopolitične organizacije:

- izvršni svet SO Maribor, mestni komite za gradbene in komunalne zadeve
- izvršni svet SO Pesnica
- inšpekcijske službe
- družbeni pravobranilec.

3. SANACIJA ODLAGALIŠČA KISLEGA GUDRONA – PESNIŠKA JAMA

Reševanje tehnoloških problemov, pa naj gre za nova odlagališča ali sanacije obstoječih, je sestavljeno iz reševanja dveh ločenih neodvisnih problemov, in sicer iz:

1. tehnološko-tehnične rešitve
2. strateške, ekonomske in upravne rešitve

3.1. TEHNOLOŠKO-TEHNIČNE REŠITVE

Osnovni podatki o jami:

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| – celotna prostornina jame | ca. 15–18.000 m ³ |
| – gornji sloj (kislo olje, emulzija) | ca. 3.000 m ³ |
| – medslaj kisle vode | ca. 5.000 m ³ |
| – spodnji sloj (kisli gudron) | ca. 7–10.000 m ³ |
| – kontaminirano zemljišče | ca. 10.000 m ³ |

Prvi poskusi saniranja odlagališča niso bili uspešni. Zgrajen je bil drenažni sistem meteornih vod, ki naj bi odvajal zaledne vode in s tem preprečeval njihov vdor v jamo. Žal pa je zaradi prodora kisle vode iz jame postal glavni izvor onesnaževanja okolice.

Zaradi nevarnosti drsenja so obstoječi nasip ojačili z jeklenimi zagatnicami. Na predlog organizacije, ki je takrat vodila postopek sanacije, je bil izdelan postopek za zasipavanje jame z elektrofiltrskim pepelom. Rezultati poskusa zasipavanja s 3000 tonami elektrofiltrskega pepela so bili negativni, zato so zasipavanje prekinili. Elektrofiltrski pepel ni absorbiral oljne faze, za nameček pa je še dodatno destabiliziral nasip jame.

Leta 1986 je sanacijo prevzela delovna organizacija Hidroinženiring iz Ljubljane, ki je skupaj z ZZV Maribor in GZ izpostava Maribor pripravila program hidrogeoloških, geomehanskih in fizikalno-kemijskih preiskav, ki so obsegale naslednja dela:

1. Analiza vsebine jame
 - a) gornjega oljnega sloja,
 - b) srednjega vodnega sloja,
 - c) spodnjega gudronskega sloja,
2. Vrtanje terena okrog jame
 - a) za potrebe geomehanskih analiz vzorcev zemljine in hidrogeoloških preiskav količine in smeri gibanja podzemnih vod,
 - b) za potrebe fizikalno-kemijskih analiz vzorcev zemljine in podzemne vode z namenom, da se določi stopnja in obseg kontaminacije okolice jame.
3. Preizkus tehnike solidifikacije oljnih snovi z živim apnom.
4. Preiskave stabilnosti solidificiranega materiala s prognozo obnašanja tega materiala, kolikor bi bil odložen v okolje za več sto let.

Na podlagi rezultatov obširnih raziskav in analiz je bil predlagan tehnološki postopek sanacije.

TEHNOLOŠKI POSTOPEK SANACIJE

1. Srednji sloj vode se bo izčrpal in očistil v posebni ČN za vodo, ki je že postavljena ob odlagališču.

Tehnološki postopki vključujejo:

- zajem in zbiranje vode iz jame in vseh onesnaženih drenažnih vod v betonskem zbiralniku, ki ima tudi funkcijo grobega gravitacijskega separatorja olja
- prečrpavanje vode v objekt čistilne naprave (zaprt montažni objekt)

- separacija olja v lamelnem separatorju
- dvostopenjska regulacija pH z apnenim mlekom
- koagulacija in flokulacija koloidnih delcev
- sedimentacija in dehidracija mulja
- filtracija vode na peščenih filtrih
- absorpcija na aktivnem oglju in izpust v potok Gačnik.

2. Oljna in gudronska faza ter močno kontaminirana zemljina se bo solidificirala v posebni napravi. Solidifikat naj bi se odložil v posebej pripravljeno deponijo oziroma po drugi varianti sežgal, preostanek pa imobiliziral in deponiral.

3. Manj kontaminirana zemljina bo odkopana in obdelana po posebnem postopku stabilizacije ter naravne mikrobiološke razgradnje ogljikovodikov.

4. Sanirani teren se bo ponovno rekultiviral.

5. Postavljen bo sistem monitornega (opazovanja) saniranega področja.

V okviru študije sta bila predlagana dva postopka obdelave gudrona, in sicer:

- solidifikacija in deponiranje solidifikata
- solidifikacija in sežig solidifikata ter imobilizacija in deponiranje anorganskega ostanka.

V podani shemi sta razvidni dve različici tehnološkega postopka sanacije.

3.2. STRATEŠKE, EKONOMSKE IN UPRAVNE REŠITVE

Enako zahtevni kot reševanje tehnološko-tehničnih problemov pa so strategija izvajanja procesa in del, zagotavljanje velikih finančnih sredstev in upravnih postopkov.

Vsaka takšna sanacija nekega žarišča onesnaženja narave je za investitorja nerentabilna investicija, ki mu ne prinaša prav nobenega dohodka, zato ga je zelo težko pripraviti oziroma prisiliti, da zagotovi potrebna finančna sredstva za sanacijo. Če vemo, da znaša sanacija Pesni-

RAZSTAVNI PROGRAM: • prostorsko planiranje in projektiranje • gradbeni materiali • gradbena mehanizacija, oprema orodja • visoka gradnja – izgradnja konstrukcij • finalna dela • montažna instalacijska dela • nizka gradnja • vodogradnja • varstvo okolja • strokovna literatura

V ČASU SEJMA BODO POSVETOVANJA,
PREDAVANJA, FORUMI IN OKROGLE
MIZE O AKTUALNI PROBLEMATIKI
V GRADBENIŠTVU

GRADBENI SEJEM
6. JUGOSLOVANSKI SEJEM GRADBENIŠTVA IN GRADEBNIH MATERIALOV
Z MEDNARODNO UDELEŽBO
GORNJA RADGONA
1. – 5. 4. 1991



Informacije in prijave:

GR Ljubljana PE POMURSKI SEJEM

69250 Gornja Radgona telefon: 069 74-761, 74-000

telefaks: 069 74-488

NAJVEČJI SPECIALIZIRANI SEJEM GRADBENIŠTVA
V JUGOSLAVIJI

ške jame 8 milijonov dolarjev, si lahko predstavljamo, kako velik problem in majhen interes je pri investitorju za takšno sanacijo. Drug enako velik problem je bila v danem primeru opozicija domačih varuhov svojega okolja, ki ne dovolijo kompletne sanacije odlagališča – »ekološke bombe« v Pesniški jami. Tako je pri reševanju celotnega problema nastal paradoks, ko morajo Izvršni svet občine Maribor, upravni organ in inšpekcijske službe skupaj s projektanti – stroko z odločbami prisiliti krivca, da ekološko bombo sanira, obenem pa ga ščititi pred domačimi – lokalnimi varuhi narave, da mu tega ne preprečijo.

Zaradi takšnih konfliktov je zelo pomembna strategija vodenja in speljave akcij, informiranje in osveščanje javnosti, predvsem krajanov in političnih struktur v kraju, kjer akcija poteka. Tako so na primer pri sanaciji Bohove domačini s traktorji blokirali lokalno cesto, po kateri je potekal transport gudrona v okviru sanacije. V Pesnici

domačini ne dovolijo solidifikacije, poseka gozda za potrebno deponijo solidifikata, ne dovolijo, da bi se ob tako veliki investiciji na začasnih čistilnih napravah obenem solidificiral tudi gudron iz Bohove in Studenc, da bi se tako zaščitili dragoceni vodni viri, iz katerih se ne nazadnje tudi sami oskrbujejo s pitno vodo.

SKLEP

Na koncu bi povzel, da se večina ekoloških problemov zrcali v vodi, da se na videz še tako odmaknjeni procesi končajo pri vodi. Zato je reševanje tovrstnih problemov tudi naloga vodarjev in vodnega gospodarstva, ki mora z interdisciplinarnim pristopom, usposabljanjem kadrov in osvajanjem novih znanj biti sposobno problem zaslediti, postaviti diagnozo in ga sanirati oziroma ustrezno zaščititi.

EKOLOŠKA SANACIJA JAME PRI KRIŽU NA DRAVSKEM POLJU

UDK 628.19+628.515

BLAŽENKA FLISER, EMIL ŽERJAL, MIRKO VERONEK

POVZETEK

Zaradi prekoračitve dopustne vsebnosti pesticidov v pitni vodi, ki je določena s Pravilnikom o higijenski neoporečnosti pitne vode (1), je republiški sanitarni inšpektorat julija 1989 prepovedal uporabo vode iz javnih zajetij Šikole, Kidričevo in Skorba ter individualnih vodnjakov na Dravskem polju, tako da je brez zdrave pitne vode ostalo ca. 8000 prebivalcev naselij in vasi v občinah Ptuj, Slovenska Bistrica in Maribor.

Kot možen točkovni vir onesnaženja dela podtalnice Dravskega polja je bila na podlagi orientacijskih raziskav opredeljena gramoznica, imenovana JAMA PRI KRIŽU, ena od nešteti gramoznic na Dravskem polju.

Za preprečitev nadaljnega vpliva gramoznice na kakovost talne vode je bila odrejena takojšnja sanacija gramoznice. Za ta namen je bilo potrebno opredeliti sam pristop k sanaciji, določiti izvajalca, ugotoviti vrsto, obseg in količino onesnaženja, izdelati kriterije za sanacijo, izbrati postopek sanacije ter predvideti rekultivacijo gramoznice po sanaciji.

DECONTAMINATION OF THE GRAVEL PIT JAMA PRI KRIŽU ON DRAVSKO POLJE

SUMMARY

Since the allowed levels of the pesticide content in drinking water determined by the Drinking Water Hygienic Condition Regulations (1) were exceeded, the Slovene Sanitary Superintendent prohibited in July 1989 the use of the water from the public wells of Šikole, Kidričevo and Skorba and from the individual wells in the Dravsko polje region. As a consequence, approximately 8000 inhabitants in the settlements and villages of the Ptuj, Slovenska Bistrica and Maribor municipalities remained without healthy drinking water.

On the basis of the orientative investigations, the gravel pit named Jama pri Križu, which is only one of the numerous gravel pits in the Dravsko polje region, was identified as one of the possible point sources of the partial ground water pollution in the Dravsko polje region.

In order to stop further influence of the gravel pit on the ground water quality, immediate measures for the gravel pit decontamination were taken. It was necessary to define the approach to the decontamination measures, chose the contractor, state the art, amount and quantity of the pollution, prepare the criteria for the decontamination, decide upon the decontamination procedure and plan the recultivation of the gravel pit after its decontamination.

UVOD

Iz karte podtalnice Dravskega polja (2) je razvidno, da leži Jama pri križu ca. 2,5 km severozahodno in gorvodno od črpališča v Šikolah ter v širšem varstvenem pasu črpališča v Skorbi. Velikost gramoznice je ca. 2600 m². Jama je opuščena gramoznica, porasla s travo in grmovjem, divje odlagališče vseh vrst odpadkov, v južnem delu z odprto podtalnico. V tej gramoznici se je pred leti odlagala in sežigala tudi embalaža sredstev za varstvo rastlin.

Ob iskanju virov onesnaženja podtalnice so rezultati analiz vzorcev zemljine in vode iz Jame pri križu potrdili večje količine atrazina, alaklora in prometrina. S tem je bila ta gramoznica opredeljena kot možen točkovni vir onesnaženja dela podtalnice Dravskega polja in po programu ukrepov za sanacijo razmer na Dravskem polju (3) predvidena takojšnja (interventna) sanacija.

Z odločno inšpekcijskih služb je bilo VGP Drava (tedaj VGP Maribor, TOZD VE Drava Ptuj) naloženo, da »nemudoma izvede potrebne ukrepe za zavarovanje vode, ki se onesnažuje v opuščeni gramoznici št. 137 (Jama pri križu)«. Razmere torej niso dopuščale normalnega pristopa k pripravi in izvajanju sanacije (temeljite raziskave, izdelava dokumentacije itd.), zato je bilo nujno potrebno zagotoviti sprotno in hitro verifikacijo predvidenih ukrepov znotraj strokovnih in inšpekcijskih služb in sprotno informiranje o poteku sanacije.

PROGRAM SANACIJE

Ukrepe oz. program sanacije je predvidelo, izdelalo in izvedlo Vodnogospodarsko podjetje Drava ob strokovni podpori Zavoda za zdravstveno varstvo Maribor, pri čemer je bilo najvažnejše in hkrati najtežje ugotoviti realno stopnjo in obseg onesnaženosti materiala v gramoznici in izdelati kriterije za opredelitev ukrepov.

Osnova za pripravo ukrepov so bile analize odvzetih vzorcev zemljine in atesti izluževanja. Vzorci so bili odvzeti po mrežnem sistemu in v različnih globinah vse do podtalnice. Analize so bile opravljene na atrazin, prometrin in »ostale« pesticide, tako v zemljini kot v izlužkih (4). Na podlagi rezultatov analiz in glede na ocenjene relativno majhne količine materiala v gramoznici smo se odločili za izkop in odstranitev onesnaženega materiala.

Na podlagi obstoječih predpisov o kakovosti pitne vode (1), o dovoljeni kakovosti odpadne vode pred izpustom v vodotoke (5), predpisov o odpadkih ter tujih predpisov o kriterijih pri urejanju deponij (6) je ZZV opredelil kriterije za opredelitev ukrepov sanacije po naslednjih principih:



- zemljin, pri katerih je v vodnih izlužkih vsebnost delež pesticidov v mejah, kot so dopustne za pitno vodo, ni potrebno odstraniti;
- zemljine, pri katerih je v vodnih izlužkih vsebnost pesticidov v mejah, kot so dopustne za izpust odpadnih voda v vodotoke, je treba odstraniti. Stopnja onesnaženosti tega materiala omogoča uporabo, recimo za gramoziranje cest zunaj področij, ki se uporabljajo ali pa so predvidena za pridobivanje pitne vode;
- zemljine, pri katerih je v vodnih izlužkih vsebnost pesticidov v mejah, ki ne motijo biološkega razkroja na čistilni napravi, je treba odstraniti. Stopnja onesnaženosti tega materiala omogoča odlaganje na odlagališču komunalnih odpadkov oz. uporabo kot prekrivni material;
- zemljine, pri katerih je koncentracija pesticidov večja kot v navedenih količinah, ali pa je že na pogled možno oceniti, da gre za onesnažen material, je treba odstraniti in jih odpeljati v DO Pinus v Račah na termično obdelavo.

IZVAJANJE SANACIJE

Sanacija Jame pri križu je potekala po naslednjih fazah:

- Čiščenje gramoznice: Pred posegom v jamo smo odstranili vse »komunalne odpadke«. Na odlagališče komunalnih odpadkov občine Maribor smo odpeljali ca. 500 m³ odpadkov.
- Izkop in odstranitev onesnaženega materiala. Glede na izbrane kriterije smo izdelali posnetek razporeditve posameznih skupin zemljin. Odkop smo opravljali ročno ali strojno. Skupno smo odstranili ca. 5000 m³ gramozja. Močno onesnažen material smo odbrali ročno v kontejnerje in odpeljali v DO Pinus.
- Vmesna in končna kontrola s povzročanjem in analizo zemljine v jami.
- Ureditev gramoznice. Gramoznico smo zasuli z jalovino do kote ca. 2 m nad gladino talnice (stanje dne 5. 8. 1989), za kar je bilo potrebno ca. 5400 m³. Nadalje smo očistili brežine zarasti in jih formirali v naklonu 1 : 2,5, ter navozili humus v višini ca. 20 cm.

SKLEPI

Z opisanim postopkom sanacije je vodno gospodarstvo opravilo naloženo zadolžitev. Za nadaljnjo in dokončno ureditev gramoznice smo predlagali pogozditev, s tem bi lovska družina pridobila sredi kmetijsko intenzivno obdelanega Dravskega polja dodaten prostor za zatočišče divjadi.

Avtorji:

Blaženka Fliser, dipl. inž. kem., VGP Drava
Emil Žerjal, mag. dipl. inž. kem. tehnol., ZZV Maribor
Mirko Veronek, gradb. inž., VGP Drava

LITERATURA

1. Pravilnik o higijenski neoporečnosti pitne vode (Ur. l. SFRJ, št. 33/87).
2. Hidrogeološke raziskave podtalnice pitne vode na Dravskem polju, Geološki zavod Ljubljana, VGP Maribor, februar 1983.
3. Program ukrepov za normalizacijo oskrbe s pitno vodo iz Dravskega polja, KIM Maribor, julij 1989.
4. Onesnaženost materialov s pesticidi v Jami pri križu, ZZV Maribor, št. poročila 12/279-89 z dne 14. 8. 1989.
5. Strokovno navodilo o tem, katere snovi se štejejo za nevarne in strupene snovi in o dopustnih temperaturah vode (Ur. l. SRS, št. 18/85).
6. Untersuchung und Bensteilung von Abfaellen, Entwurt eniner Richtlinie, Landesamt für wasser und Abfall, Nordchein-Westfalien, Düsseldorf 1984.



VODNOGOSPODARSKO PODJETJE DRAVA PTUJ p.o.

62250 Ptuj
Žnidaričevo nabrežje 11
p.p. 90, tel.: (062) 772-531
žiro rn.: 52400-601-10883
telefaks (062) 776-263

Vodnogospodarski sektor
62000 Maribor
Glavni trg 19c
tel.: (062) 29-051
telefaks (062) 222-117

PROBLEMATIKA ZASTAJANJA SUSPENZIJ V AKUMULACIJSKIH BAZENIH

UDK 627.17+621.221.3

IGOR ČEHOVIN

POVZETEK

V prispevku so naštetje predvsem nekatere pomembnejše spremembe in posledice, ki nastopijo zaradi spremenjenih hidravličnih razmer v rečnem toku po izgradnji umetnih rečnih akumulacij. Procesi so medsebojno zelo povezani in časovno odvisni, zato jih je potrebno pri prognozi dogajanja v akumulaciji obravnavati kot enoten sistem.

PROBLEMS OF THE SEDIMENT DEPOSITION IN RIVER ACUMULATIONS

SUMMARY

This short presentation lists first of all some more important changes and consequences occurring due to the changed hydraulic conditions of the river flow after a construction of artificial river accumulations. The processes are highly interconnected and time-dependent, therefore they should be regarded as a single system when forecasting the occurrences in the river accumulation.

UVOD

Ob vsakem človekovem posegu v naravni tok reke se spremenijo hidravlične karakteristike toka reke. Z izgradnjo jezov se hitrosti vode nad jezom bistveno zmanjšajo.

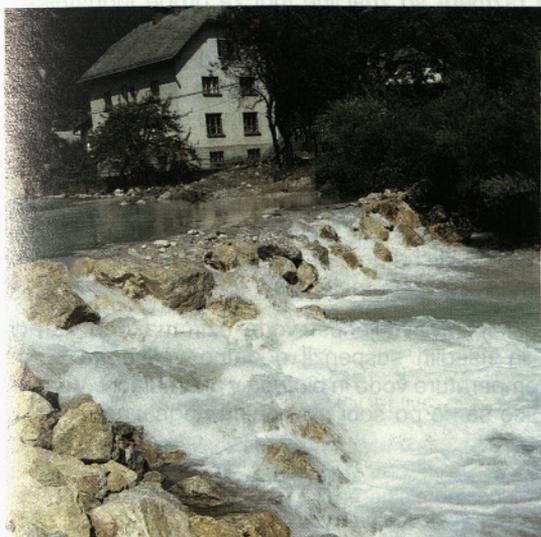
Avtor:
mag. Igor Čehovin, dipl. gradb. inž., Vodogradbeni laboratorij, Ljubljana



VGP

hidrotehnik Ljubljana, p. o.

Slovenčeva 95, telefon n. c. 342 491
Vodno gospodarsko podjetje Hidrotehnik
Ljubljana, p. o.



Prag na Kamniški Bistrici – Stahovica

PREDSTAVITEV PODJETJA:

- gradnja in vzdrževanje objektov na vodotokih
- melioracije
- kanalizacije
- vodovodi
- pregrade in akumulacije
- mostogradnja in cestogradnja
- čistilne naprave
- usluge mehaničnih obratov
- prodaja lomljenca in peščenih granulativov



Progradna pregrada Belica

Zaradi zmanjšanih pretočnih hitrosti in bistveno povečane vodne površine v umetni akumulaciji nastopijo naslednje spremembe: sprememba mikroklima, sprememba biotopa, dvig temperature vode in zastajanje transportiranega materiala. Na te posledice, razen na zadnjo, ne moremo bistveno vplivati, ker so v neposredni zvezi s spremembo količine vode v prostoru. Tudi na samo zastajanje transportiranega materiala nimamo neposrednega vpliva, lahko pa vplivamo na količino in kakovost dotekajočega materiala.

V nadaljevanju bo nekoliko bolj podrobno opisana problematika, povezana z zastajanjem transportiranega materiala v akumulaciji.

POSLEDICE ZMANJŠANJA TRANSPORTNE SPOSOBNOSTI REKE

Vodni tok v naravnih strugah ima sposobnost, da transportira material v obliki suspenzij oziroma vlečenega proda po dnu. Če transportirane količine presegajo transportno sposobnost zajezenega rečnega toka, pride do usedanja in zastajanja materiala. Posledica zadrževanja materiala nad jezom bo intenzivnejša erozija dna struge dolvodno od jezua.

Zaradi intenzivnega zadrževanja proda in suspenzij v akumulaciji se začne dvigati dno, kar pa povzroča dvig visokovodnih gladin (1) (2). Glavni problem pri zasipanju akumulacij predstavljajo suspenzije, ker so količinsko precej večje in jih je zelo težko zadrževati pred vtokom v akumulacijo.

Poruši se naravna odvisnost koncentracije suspenzij od pretoka na iztoku iz akumulacije. Pri manjših pretokih se koncentracije sicer znižajo, vendar se lahko ob nastopu visokih pretokov iztočne koncentracije bistveno povečajo zaradi erozije že usedlih suspenzij v akumulaciji (2).

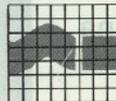
Zajezena voda v akumulaciji poveča količino infiltrirane vode v vodonosnik, zato se v začetnem obdobju gladine v podtalnici dvignejo. Zaradi usedanja suspenzij na dno akumulacije in zamuljenja dna pa se infiltracija postopno zmanjšuje in doseže tudi zmanjšanje količin infiltrirane vode glede na začetno stanje (3).

Poseben problem v zvezi z usedanjem suspenzij predstavlja njihova kemična onesnaženost (4) (5). Meritve na reki Savi kažejo, da je rečna voda relativno čista in da je kemično onesnaženje vezano predvsem na suspenzije. Podobne razmere so značilne tudi za druge industrijsko onesnažene vodotoke (4). Iz tega lahko sklepamo, da se bo kemično onesnaženje usedalo in zadrževalo v akumulaciji skupaj s suspenzijami. Drobnejše kot so frakcije, relativno bolj so obremenjene s kemično onesnaženostjo. Količina snovi umetnega izvora v suspenzijah je pri majhnih pretokih relativno zelo velika, kar kaže na močno industrijsko onesnaženost rečnega toka. Zaradi onesnaženosti usedlih suspenzij je zelo oteženo čiščenje akumulacije, ker je praktično nemogoče urediti deponijo za take količine onesnaženega materiala.

Obarvanost in presvetljenost vode oziroma dna zaradi lebdečih in usedlih suspenzij dodatno vpliva na spremembo temperature vode in biotopa v akumulaciji. Vendar te posledice same po sebi niso nujno negativne.

SKLEP

Dogajanja v umetnih akumulacijah so medsebojno povezana, vendar so njihova intenzivnost in posledice odvisne od različnih dejavnikov, na katere pa žal ne moremo vselej vplivati. Po sedanjih izkušnjah predstavlja kemično onesnaženje suspenzij skupaj z velikimi količinami suspenzij glavni problem, na katerega je potrebno paziti pri obravnavi problematike zastajanja suspenzij v umetnih akumulacijah. Zato je potrebno problematiko reševati v smeri zmanjševanja onesnaženosti in količin transportiranega materiala.



Vodnogospodarski inštitut

p. o.

Vodnogospodarski inštitut
61000 Ljubljana, Hajdrihova 28
telefon: (061) 210-812

LITERATURA

1. Jovič V. &, Studija promjena u koritu rijeke Save izgradnjom HE-Podsused, Gradjevinski institut Zagreb, Split, (1988).
2. I. Čehovin, Raziskave problematike v zvezi s transportom proda in suspenzij na odseku Save med Zidanim mostom in Hrvaško mejo, med in po izgradnji verige HE, VGI, Ljubljana, (1990).
3. Studija procesa kolmatacije umjetnih akumulacija HE Podsused i HE Drenja – prva faza, sestanek-revizija študije, 1989.
4. U. Forstner, Contaminated Sediments, Springer-Verlag, Berlin (1989).
5. Odvzem vzorcev in kemijske analize vode in suspendiranega materiala reke Save v profilu VP Radeče in obdelava meritev, Zavod za zdravstveno varstvo Maribor, Maribor, (1989).

MODELIRANJE HIDRAVLIČNIH STOPENJ – PRAGOV S HRBTOM

UDK 627.42:532.5

SMILJAN JUVAN

POVZETEK

Prispevek predstavlja povzetke iz magistrskega dela, ki ga je avtor pripravil v okviru podiplomskega študija na FAGG Ljubljana, VTOZD Gradbeništvo in geodezija. Hidravlično je bil raziskan eden najpogostejših objektov pri regulacijah površinskih vodotokov. Prikazane so možnosti meritve turbulentnih pulzacij hitrosti v naravi in na modelu v laboratoriju. Izdelan je bil tudi matematični model turbulence in analizirani rezultati fizičnega in matematičnega modela.

MODELING OF THE FLOW IN SMALL STILLING BASING

SUMMARY

The article presents a summary of a master's degree thesis written by the author as a part of his graduate study program at the Ljubljana School of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Department of Civil Engineering and Geodesy. Hydraulic research of one of the most frequent structures for surface watercourse regulations was performed. Possibilities for measurement of the turbulent velocity pulsation in nature and on a laboratory model are presented. A mathematical model of the turbulence was constructed and the results of the physical and mathematical model were analysed.

1. UVOD

Hidravlične stopnje so eden najpogostejših disipacijskih objektov pri regulacijah površinskih vodotokov. Njihova naloga je disipacija viška energije vodnega toka, ki nastane zaradi lokalne višinske razlike v niveleti dna struge vodotoka. V hidrotehnični praksi je znanih več tovrstnih objektov: prepadni pragovi, pragovi s hrptom različnih oblik, drče (hrapave in gladke) itd.

Izbire, oblike in dimenzije stopenj ne narekujejo le zahteve po čimboljšem hidravličnem disipacijskem učinku. Predvsem naravovarstveni vidiki so bili v preteklosti premalo upoštevani. Pri regulacijah manjših vodotokov se v praksi veliko uporabljajo pragovi s hrptom, ki izpolnjujejo večino postavljenih zahtev. Zaradi velikega števila tovrstnih objektov je potrebno optimiziranje njihovih funkcij, za kar je potrebno dobro poznavanje predvsem hidravličnega fenomena.

V zadnjem času je intenzivni razvoj v hidravliki usmerjen v področje matematičnega modeliranja dvo- in tridimenzionalnih turbulentnih tokov, s katerimi se lahko med drugim simulira tudi detajlni potek gladin in hitrosti pri naglih spremembah profila, kot je to pri večini pragov s hrptom. V okviru hidravlične raziskave smo uporabili dvodimenzionalni model s konstantnim koeficientom turbulentne viskoznosti ν_t in $k - \epsilon$ model.

Za verifikacijo rezultatov smo izdelali fizični model v Laboratoriju za mehaniko tekočin FAGG v Ljubljani.

Raziskovali smo tudi možnosti fizičnega modeliranja turbulence. Za ta namen smo opravili meritve v naravi in izdelali fizični model stopnje v naravi v laboratoriju ter na obeh opravili identične meritve.

2. MERITVE V NARAVI

Meritve v naravi smo izvedli na stopnji na reki Ledavi. Poleg gladin smo merili še hitrosti s hidrometričnimi krili v 3 profilih. Števce obratov hidrometričnih kril smo snemali z videokamero in tako na enostaven način želeli dobiti časovni potek spreminjanja (pulzacij) hitrosti. Primer izmerjene slike pulzacij kaže slika 1.

Avtor:
Smiljan Juvan, dipl. gradb. inž., Vodnogospodarski biro
Maribor



Slika 1. Slike pulzacij hitrosti na stopnji v naravi in na modelu stopnje v naravi v 2 točkah

3. FIZIČNI MODEL STOPNJE V NARAVI

V laboratoriju smo izdelali fizični model stopnje v naravi (M 1 : 10). Gladine smo merili z ostnim merilom, pulzacije hitrosti pa z elektromagnetno mersko sondo, ki smo si jo izposodili na Institutu za hidrotehniko pri Gradbeni fakulteti v Beogradu. S sondo smo lahko istočasno merili pulzacije vektorjev hitrosti v dveh smereh. Sonda je bila prek ojačevalca neposredno povezana z osebnim računalnikom, v katerem je bil instaliran program za obdelavo merjenih signalov.

Meritve smo izvajali v istih točkah kot v naravi. Fizični model stopnje v naravi smo izdelali na podlagi Froudeove modelne podrobnosti.

4. PRIMERJAVA REZULTATOV MERITEV V NARAVI IN NA MODELU

Zaradi možnosti primerjave slike pulzacij v naravi in na modelu smo hitrosti v naravi reducirali z modelnim merilom. Primer meritev v 1. točki kaže slika 1. Na podlagi primerjave rezultatov lahko ugotovimo, da so pulzacije

hitrosti v naravi večje kot na modelu. Izračunane vrednosti standardne deviacije so za meritve v naravi v večini primerov 2- do 4-krat večje od izračunanih iz meritev na modelu, razlike pa so tudi do 40-kratne.

Možen je bil tudi vpliv zunanjih vibracij (merilec na merskem mostu) pri meritvah na modelu. Pri meritvah v naravi smo zabeležili tudi do 40 % razlike v povprečnih hitrostih v daljših časovnih intervalih, kar je tudi eden od vzrokov slabega ujemanja. Meritve v naravi in na modelu bi morali izvajati z mersko opremo istega kakovostnega razreda.

Zaradi navedenih pomanjkljivosti nismo mogli v naši raziskavi dati zaključkov o možnosti modeliranja turbulentnega toka v naravi.

5. MATEMATIČNI MODEL

Osnovne enačbe

Globinsko povprečni stalni tok s prosto gladino opisujejo naslednje parcialne diferencialne enačbe (kontinuitetna in dinamični enačbi):

$$\frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial(hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = -gh \frac{\partial h}{\partial x} - gh \frac{\partial z_b}{\partial x} - gh n^2 \frac{u \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}} + \frac{\partial}{\partial x} (h \nu_{ef} \frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (h \nu_{ef} \frac{\partial u}{\partial y}) \tag{2}$$

$$\frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial(hv^2)}{\partial y} = -gh \frac{\partial h}{\partial y} - gh \frac{\partial z_b}{\partial y} - gh n^2 \frac{v \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}} + \frac{\partial}{\partial x} (h \nu_{ef} \frac{\partial v}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (h \nu_{ef} \frac{\partial v}{\partial y}) \tag{3}$$

Koeficient efektivne viskoznosti ν_{ef} je ali konstanten (model $\nu_1 = konst.$) ali pa je določen s pomočjo globinsko poprečne verzije k-ε modela turbulence, zato sta potrebni

še transportni enačbi za turbulentno kinetično energijo k, stopnjo njene disipacije ε in enačba povezave med ν_{ef} , k in ε:

$$\frac{\partial(huk)}{\partial x} + \frac{\partial(hvk)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} (h \frac{\nu_{ef}}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (h \frac{\nu_{ef}}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial y}) + hG - c_D h \epsilon + h P_{kv} \tag{4}$$

$$\frac{\partial(hu\epsilon)}{\partial x} + \frac{\partial(hv\epsilon)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} (h \frac{\nu_{ef}}{\sigma_\epsilon} \frac{\partial \epsilon}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (h \frac{\nu_{ef}}{\sigma_\epsilon} \frac{\partial \epsilon}{\partial y}) + c_1 \frac{\epsilon}{k} hG - c_2 \frac{\epsilon^2}{k} h + h P_{\epsilon v} \tag{5}$$

$$\nu_{ef} = \nu + c_\mu \frac{k^2}{\epsilon} \tag{6}$$

Pomen oznak: h – globina vode, u in v – komponenti hitrosti v x in y smeri, Zb – kota dna, n – Manningov koeficient hrapavosti, ν_1 – kinematični koeficient molekularne viskoznosti, g – gravitacijski pospešek, Cd, C_u, C₁, C₂, σ_k, σ_ε – empirične konstante, G – produkcija turbulentne kinetične energije zaradi horizontalnih gradientov hitrosti, P_{kv}, P_{εv} – izvorna člena, ki sta posledica trenja ob dno.

RAČUNALNIŠKI PROGRAMI

Za reševanje problema dvodimenzijskega turbulentnega toka s prosto gladino na pragu s hrptom smo uporabili že izdelan računalniški program TEACH (avtor A. D. Gos-

smen), ki je bil na FAGG Ljubljana bistveno dopolnjen z možnostmi vgraditve poljubne geometrije in globinsko povprečnega modela.

Matematični model smo izdelali za simetrično in geometrijsko pravilno stopnjo, kakršna bi naj bila stopnja v naravi po projektu, s čimer smo precej poenostavili numerično mrežo, račun pa smo lahko izvedli le za eno simetrično polovico.

FIZIČNI MODEL GEOMETRIJSKO PRAVILNE STOPNJE

Za verifikacijo računskih rezultatov smo tudi fizični model v laboratoriju spremenili v geometrijsko pravilni in simetrični model. Na njem smo opravili meritve pri 4 različnih pretokih in različnih podprtostih spodnje vode.

3. PRIMERJAVA REZULTATOV MATEMATIČNEGA IN FIZIČNEGA MODELA

Za primer $Q = 120$ l/s – podprta spodnja voda je na sliki 2., 3., 4. prikazana slika izračunanih vektorjev hitrosti s k - ϵ modelom in modelom $\nu_t = \text{konst}$ ter slika merjenih vektorjev hitrosti.

Primerjava kaže v večini primerov dobro ujemanje izračunanih in izmerjenih vektorjev hitrosti. Le v primerih nesimetričnega toka na fizičnem modelu, do katerega je prihajalo pri visoki spodnji vodi, so bile razlike večje, saj smo pri matematičnem modelu predpostavili simetričen tok.

7. PRIMERJAVA VREDNOSTI PARAMETROV TURBULENCE (k, ϵ, ν_t)

Primerjali smo parametre turbulence, izračunane z matematičnim ($k - \epsilon$) modelom in izračunane iz merjenih pulzacij hitrosti. Izračunali smo naslednje parametre:

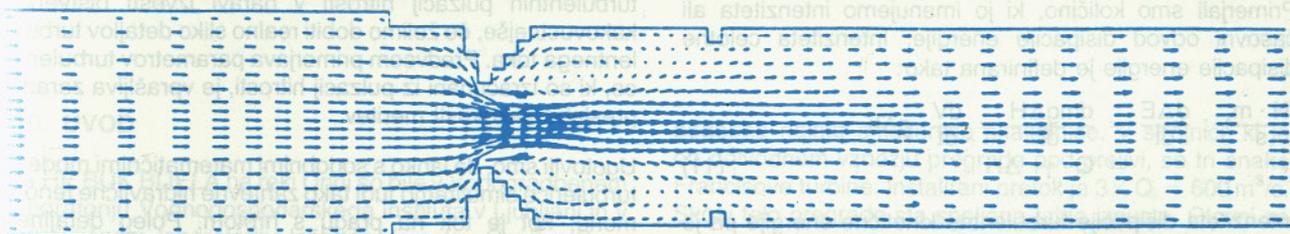
1. Kinetično energijo turbulence, ki karakterizira intenziteto fluktuacijskega gibanja in je definirana z naslednjim izrazom:

$$k = \frac{1}{2} \overline{u_i u_i} = \frac{1}{2} (\overline{u_x^2} + \overline{u_y^2} + \overline{u_z^2}) \quad (7)$$

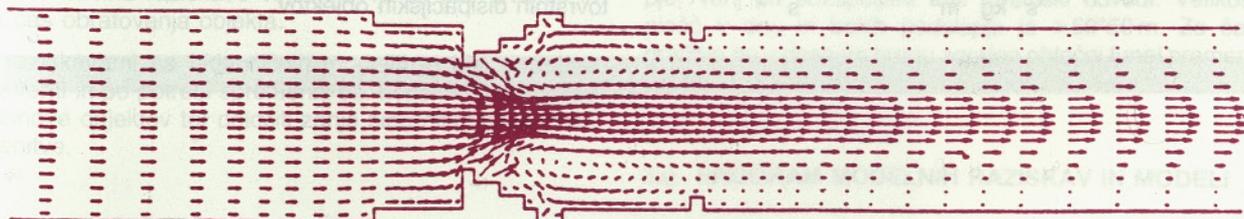
$$u_i = \overline{u_i} - u_i \quad (8)$$

2. Stopnjo disipacije kinetične energije turbulence:

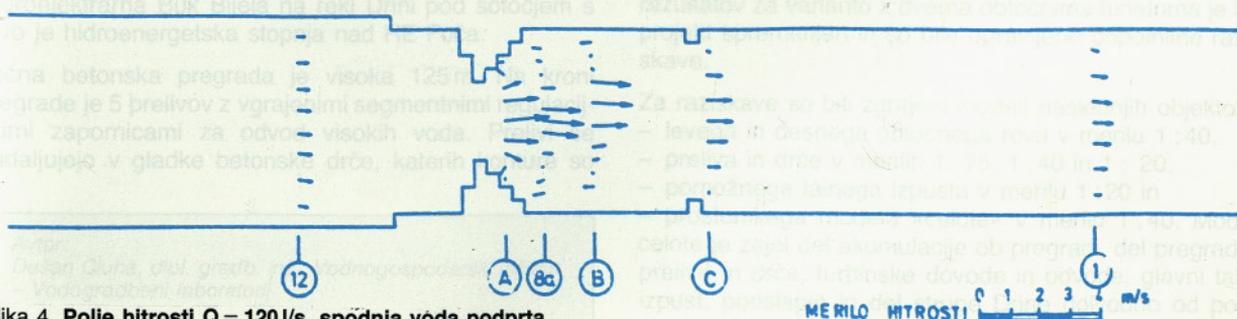
$$\epsilon = Cd \frac{k^{3/2}}{L} \quad (9)$$



Slika 2. Polje hitrosti $Q = 120$ l/s, spodnja voda podprta. – Račun s $k - \epsilon$ modelom



Slika 3. Polje hitrosti $Q = 120$ l/s, spodnja voda podprta. – Račun z modelom $\nu_t = \text{konst}$



Slika 4. Polje hitrosti $Q = 120$ l/s, spodnja voda podprta – Meritev na fizičnem modelu

C_d – empirična konstanta

L – dolžinsko merilo turbulence

3. Koefficient turbulentne viskoznosti

$$\nu_t = C_\mu \sqrt{k \cdot L} \quad (10)$$

C_μ – empirična konstanta

Na podlagi merjenih pulzacij hitrosti v posameznih točkah smo izračunali srednje vrednosti parametrov turbulence po vertikalni. Tako bi jih lahko primerjali z izračunanimi vrednostmi globinsko povprečnega matematičnega modela. Vendar pa primerjava ni popolnoma natančna, saj izračunane vrednosti s $k - \epsilon$ modelom pravzaprav niso povprečne vrednosti po globini v pravem pomenu besede. Šteti jih moramo kot vrednosti, ki dajo pomnožene z gradientom hitrosti za rezultat turbulentne napetosti, osredinjene po globini toka.

Zaradi tega in zaradi vzrokov, navedenih v točki 4, je primerjava parametrov turbulence vprašljiva, kar potrjuje tudi slabo ujemanje rezultatov, dobljenih s fizičnim in matematičnim modelom.

8. PRIMERJAVA DISIPACIJE ENERGIJE

Primerjali smo količino, ki jo imenujemo intenziteta ali časovni odvod disipacije energije. Intenziteta celotne disipacije energije je definirana tako:

$$\left(\frac{N \cdot m}{s}\right) : \frac{d\Delta E}{dt} = \frac{dmg\Delta H}{dt} = \frac{dV}{dt} \cdot g\Delta h = Q \cdot \gamma \cdot \Delta H \quad (11)$$

Intenziteta disipacije turbulentne kinetične energije pa je definirana:

$$\epsilon \cdot m = \epsilon \cdot \rho \cdot V : \left(\frac{N \cdot m}{s \cdot kg} \cdot \frac{kg}{m^3} \cdot m^3\right) = \left(\frac{N \cdot m}{s}\right) \quad (12)$$

Primerjava rezultatov matematičnega modela kaže, da je delež intenzitete turbulentne disipacije v celotni intenziteti disipacije ca 82 %, kar bi bilo lahko realno. Izračunana vrednost turbulentne disipacije na podlagi merjenih pulzacij hitrosti je približno 3-krat večja od intenzitete celotne disipacije, kar je nerealno. Vzroki za neujemanje računskih in merjenih vrednosti so tudi v tem primeru enaki, kot pri primerjavi parametrov turbulence, iz katerih je bila izračunana intenziteta disipacije kinetične energije turbulence.

9. SKLEP

Cilji raziskave so bili naslednji:

- praktično ugotoviti možnosti meritev turbulentnih pulzacij hitrosti v naravi
- ugotoviti možnosti fizičnega modeliranja turbulentnega toka
- ugotoviti možnosti matematičnega modeliranja
- primerjati parametre turbulence in disipacijo energije na osnovi računa in meritev.

Sklenemo lahko, da je metoda meritev v naravi s snemanjem števca obratov hidrometričnih kril zanimiva ideja. Na splošno pa lahko ugotovimo, da je potrebno meritve turbulentnih pulzacij hitrosti v naravi izvesti bistveno kakovostnejše, če želimo dobiti realno sliko detajlov turbulentnega toka. Predvsem primerjava parametrov turbulence, ki so izračunani iz pulzacij hitrosti, je vprašljiva zaradi preslabe kakovosti meritev.

Ugotovili smo, da lahko s sodobnimi matematičnimi modeli turbulence simuliramo tudi tako zahtevne hidravlične fenomene, kot je tok na pragu s hrptom. Poleg detajlne tokovne in hitrostne slike lahko izračunamo disipacijo energije, kar je bistveno za oblikovanje in dimenzioniranje tovrstnih disipacijskih objektov.

Koefficient efektivne viskoznosti ν_t je odvisen od intenzitete kinetične energije k , del $\nu_t = konst$ ali pa je določen s pomočjo izraza $\nu_t = C_\mu \sqrt{k \cdot L}$. Vrednost C_μ je odvisna od vrste toka in modela turbulence; za to sta potrebni:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{1}{\rho} \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\rho \nu_t \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\rho \nu_t \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \rho g_x \right] \quad (4)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{1}{\rho} \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\rho \nu_t \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\rho \nu_t \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \rho g_x \right] \quad (5)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{1}{\rho} \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\rho \nu_t \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\rho \nu_t \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \rho g_x \right] \quad (6)$$

Pomen oznak: h – globina vode, u in v – komponenti hitrosti v x in y smer, Z_h – kota dna, n – Manningov koefficient hrbrastosti, ν_t – kinematični koefficient molekularne viskoznosti, g – gravitacijski pospešek, $C_d, C_\mu, C_1, C_2, \alpha, \rho$ – empirične konstante, G – produkcija turbulentne kinetične energije zaradi horizontalnih gradientov hitrosti, ρ, ν_t – izvirna števila, ki sta posledica renja ob ogo.

RAČUNALNIŠKI PROGRAMI
Za reševanje problema dvodimenzijskega turbulentnega toka s hrptom smo uporabili že izdelane programske programe, ki so namenjeni za izbor menijskih in vrstnih

HIDRAVLIČNE MODELNE RAZISKAVE ZA HE BUK BIJELA

UDK 627.8.048

DUŠAN CIUHA

POVZETEK

V prispevku so podani namen, obseg in rezultati hidravličnih modelnih raziskav za hidroelektrarno BUK BIJELA na reki Drini. Za raziskave je bilo zgrajeno več »fizičnih« modelov različnih objektov HE v različnih merilih, na katerih so potekale meritve in opazovanja. Za razne možne scenarije obratovanja so bile določene hidrodinamične obremenitve objektov. Na podlagi raziskav so bili nekateri objekti spremenjeni.

Največ pozornosti je bilo posvečeno hidravličnemu optimiranju podslapja, v katerega ob visoki vodi lahko pade z višine 110 m do 5235 m³ vode v sekundi.

HYDRAULIC MODEL INVESTIGATION FOR HYDROELECTRIC POWER PLANT BUK BIJELA

SUMMARY

The reason, contain and the results of the hydraulic model investigations for hydroelectric power plant BUK BIJELA on the Drina river, are shown in this paper. Many physical models of different structures of the power plant were made in different scales, on which the measurements and the observations have been done. For different possible operating scenarios the specific hydrodynamical loads of the structures were defined. On the base of the investigations, some structures were changed.

The biggest attention was paid to the hydraulic optimizing of the stilling-basin, in which could be fallen by floods the discharge of 5235 m³/s from the elevation of 110 m.

1.0. UVOD

Za HE BUK BIJELA na reki Drini so bile v Vodogradbenem laboratoriju Vodnogospodarskega inštituta v Ljubljani in v hidravličnem laboratoriju Inštituta Jaroslav Černi v Beogradu izvršene v letih od 1985 do 1988 obsežne hidravlične modelne raziskave objektov HE za čas gradnje in za čas obratovanja objekta.

Z raziskavami na hidravličnih modelih je bilo potrebno preveriti in po potrebi spremeniti oz. dopolniti predlagane zasnove objektov ter določiti zanje hidrodinamične obremenitve.

2.0. KRATEK OPIS OBJEKTOV HE

Hidroelektrarna Buk Bijela na reki Drini pod sotočjem s Pivo je hidroenergetska stopnja nad HE Foča.

Ločna betonska pregrada je visoka 125 m. Na kroni pregrade je 5 prelivov z vgrajenimi segmentnimi regulacijskimi zapornicami za odvod visokih voda. Prelivi se nadaljujejo v gladke betonske drče, katerih konture so

podobne naletu smučarske skakalnice. V strojnici, ki je ob dolvodnem vznožju pregrade pod prelivu, so tri enake Francisove turbine. Instalirani pretok je $3 \times Q_i = 600 \text{ m}^3/\text{s}$. Skozi telo pregrade sta speljana talna izpusta. Glavni za praznjenje jezera in pomožni za biološki minimum. Voda iz drč in glavnega talnega izpusta pada v glavno podslapje, vanj pa so speljani tudi turbinski odvodi. Velikost plošč v dnu in bokih podslapja je $>50 \times 50 \text{ m}$. Za čas gradnje bo v desnem bregu zgrajen obtočni tunel premera 9,0 m.

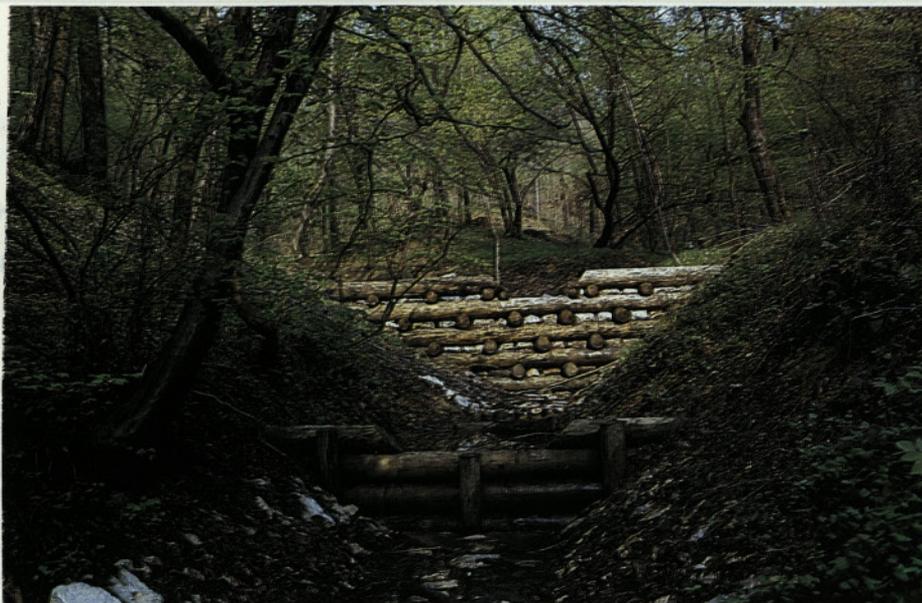
3.0. PROGRAM MODELNIH RAZISKAV IN MODELI

V projektnih nalogah je bil pripravljen zelo obširen program, ki se je tekoče dopolnjeval. Po projektantski analizi rezultatov za varianto z dvema obtočnima tuneloma je bil projekt spremenjen in so bile opravljene dopolnilne raziskave.

Za raziskave so bili zgrajeni modeli naslednjih objektov:

- levega in desnega obtočnega rova v merilu 1 : 40,
- preliva in drče v merilih 1 : 75, 1 : 40 in 1 : 20,
- pomožnega talnega izpusta v merilu 1 : 20 in
- prostorskega modela »celote« v merilu 1 : 40. Model celote je zajel del akumulacije ob pregradi, del pregrade, prelive in drče, turbinske dovode in odvode, glavni talni izpust, podslapje in del struge Drine dolvodno od podslapja (sl. 1).

Avtor:
Dušan Ciuha, dipl. gradb. inž., Vodnogospodarski inštitut
– Vodogradbeni laboratorij



Dejavnost:

urejanje, vzdrževanje in spremljanje vodnega režima na hudourniških območjih in erozijskih površinah pri ohranjanju ravnovesnih razmer

z biološkimi ukrepi:

zatravitve, travne ruše, biotorkret, pogozditve, popleti

s tehničnimi ukrepi:

regulacije, kinete, pregrade, pragovi, jezbece, kamnometi, zložbe, zidovi (z gradivi: les, kamen, beton, betonski elementi — kašte, kanalete — žične mreže)

varstvo pred zemeljskimi in snežnimi plazovi
rekonstrukcije in gradnje gozdnih in makadamskih cest in mostov

izdelava tehnične dokumentacije in operativno izvajanje del

opravljanje uslug voznega parka, gradbene mehanizacije in mehanične delavnice

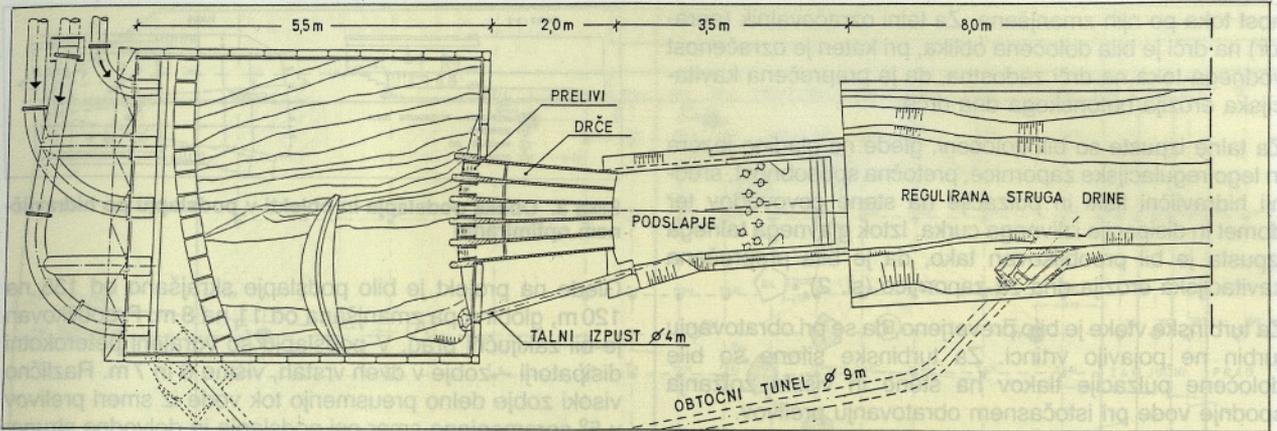


PUM

**PODJETJE ZA
UREJANJE HUDOURNIKOV p.o.**

61001 LJUBLJANA, HAJDRIHOVA 28
POŠTNI PREDAL: 319, TELEFON: (061) 210 812
ŽIRO RAČUN: 50101-601-23467





Slika 1. Tloris prostorskega modela za He Buk Bijela

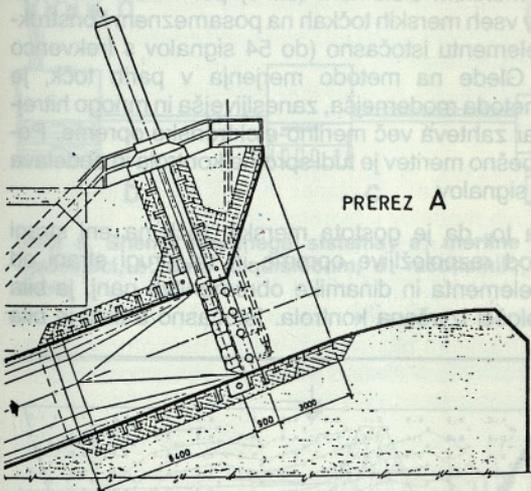
4.0. MODELNE RAZISKAVE IN REZULTATI

Modelno so bili raziskani vsi pomembnejši gradbeni objekti HE: prelivi, drče, talni izpusti, turbinski dovodi in odvodi ter obtočni tuneli. Poleg tega je bila raziskana še erozija struge Drine dolvodno od objektov za čas gradnje in za čas obratovanja HE.

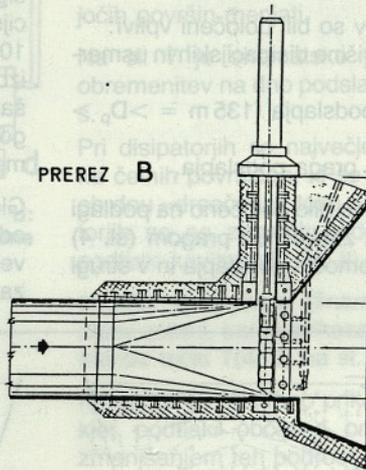
Za prenos modelnih rezultatov je bil uporabljen FROUDE-ov zakon modelne podobnosti, pri katerem so odločujoče težnostne sile.

4.1. PRELIVI, DRČE, TALNI IZPUSTI, TURBINSKI DOVODI IN ODVODI

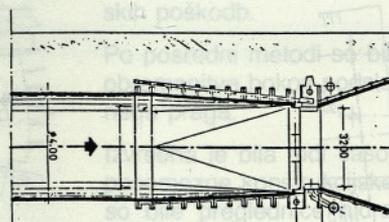
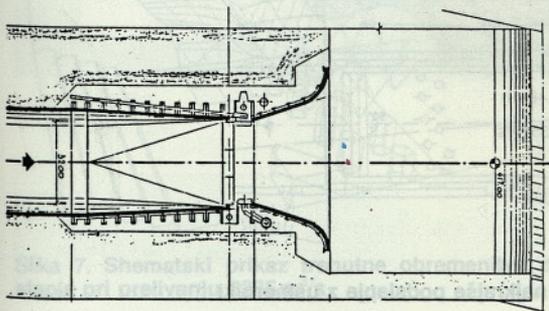
Za prelive je bilo potrebno določiti: obliko krone in stebrov preliva, lego regulacijske zapornice, dinamiko tlakov na krono preliva in površinsko sliko toka za razne obratovalne pogoje. Na podlagi raziskave je bila spremenjena projektna oblika stebrov in prelivov, tako, da je bila zahtevana pretočna sposobnost dosežena pri še dopustnih podtlakih na hrbtu preliva. Za drče so bile določene hidrodinamične obtežbe, območja stoječih valov in višine vode ob zidovih. Kontura drč je bila spremenjena tako, da je bila nestabil-



TLORIS A



TLORIS B



Slika 2. Izток talnega izpusta
A: oblika po projektu
B: oblika, določena na podlagi raziskav

nost toka po njih zmanjšana. Za talni ozračevalnik (aerator) na drči je bila določena oblika, pri kateri je ozračevnost vodnega toka na drči zadostna, da je preprečena kavitacijska erozija betonskega dna drče.

Za talne izpuste so bili določeni, glede na gladino jezera in lego regulacijske zapornice, pretočna sposobnost, srednji hidravlični tlaki in pulzacije na stene cevovodov ter domet in disipacija izlivnega curka. Iztok glavnega talnega izpusta je bil preoblikovan tako, da je bila preprečena kavitacijska erozija dna za zapornico (sl. 2).

Za turbinske vtoke je bilo preverjeno, da se pri obratovanju turbin ne pojavijo vrtinci. Za turbinske sifone so bile določene pulzacije tlakov na stene in višina znižanja spodnje vode pri istočasnem obratovanju prelivov.

4.2. PODSLAPJE

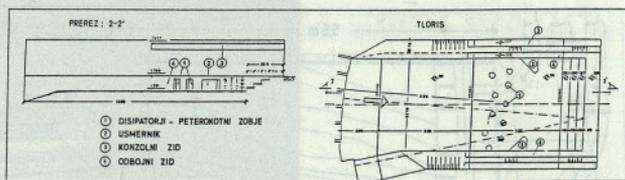
Največ pozornosti je bilo posvečeno podslapju. Zanj je bilo potrebno določiti velikost, obliko, disipatorje in usmernike za primer, ko pada iz drč v podslapje ob visoki vodi 5235 m^3 vode v sekundi. Osnovne zahteve pri hidravličnem optimiranju so bile naslednje.

- ugotoviti najmanjšo potrebno dolžino in globino ter poenostaviti obliko podslapja,
- zagotoviti učinkovito disipacijo energije,
- zmanjšati obseg področij kavitacijskih podtlakov ob dnu podslapja in ob disipatorjih,
- usmeriti tok vode dolvodno od podslapja tako, da bo erozija struge čim manjša.

Na podlagi postavljenih zahtev so bili določeni vplivi:

- števila, oblike, položaja ter višine disipacijskih in usmernih objektov,
- globine ($\pm 3 \text{ m}$) in dolžine podslapja ($135 \text{ m} = >D_p > = 120 \text{ m}$) ter
- smeri in oblike zaključnega praga podslapja.

Najugodnejše podslapje (sl. 3) je bilo določeno na podlagi meritev hitrostnega profila za zaključnim pragom (sl. 4) in višin ter valovanja vode v območju podslapja in v strugi Drine.



Slika 3. Oblika podslapja in objekti v podslapju po hidravličnem optimiranju

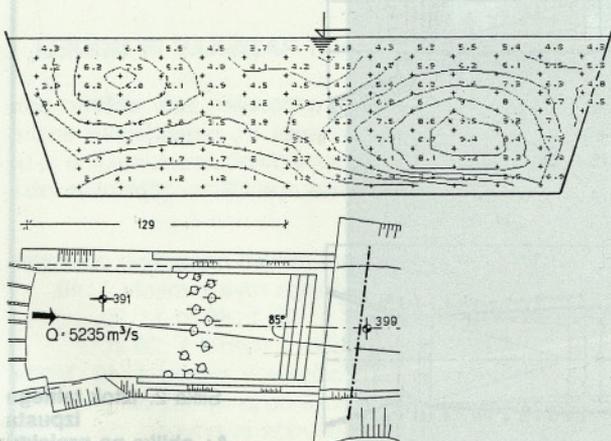
Glede na projekt je bilo podslapje skrajšano od 135 na 120 m, globina pa zmanjšana od 11 na 8 m. Preoblikovan je bil zaključni prag. V podslapju so vgrajeni peterokotni disipatorji – zobje v dveh vrstah, višine 6 in 7 m. Različno visoki zobje delno preusmerijo tok vode iz smeri prelivov v 5° spremenjeno smer osi podslapja in dolvodne struge. Končna preusmeritev toka je dosežena z bočnimi usmerniki.

Hidrodinamična obremenitev podslapja

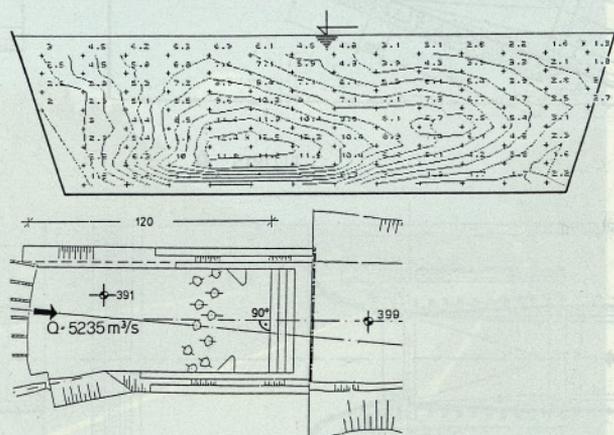
Hidrodinamična obremenitev talnih in bočnih plošč, usmernikov in disipatorjev je bila določena na podlagi meritev hidravličnih tlakov v 364 piezometrih in sil na talni plošči v 6 podporah (sl. 5). Za ta namen je bilo podslapje zgrajeno iz medsebojno ločenih jeklenih konstrukcij.

Meritve hidravličnih tlakov in sil so bile izvedene z elektronskim merilnim sistemom (sl. 6) po metodi merjenja signalov v vseh merskih točkah na posameznem konstrukcijskem elementu istočasno (do 54 signalov s frekvenco 100 Hz). Glede na metodo merjenja v parih točk, je izbrana metoda modernejša, zanesljivejša in mnogo hitrejša, vendar zahteva več merilno-elektronske opreme. Pogoj za uspešno meritev je tudi sprotna kontrola in obdelava merjenih signalov.

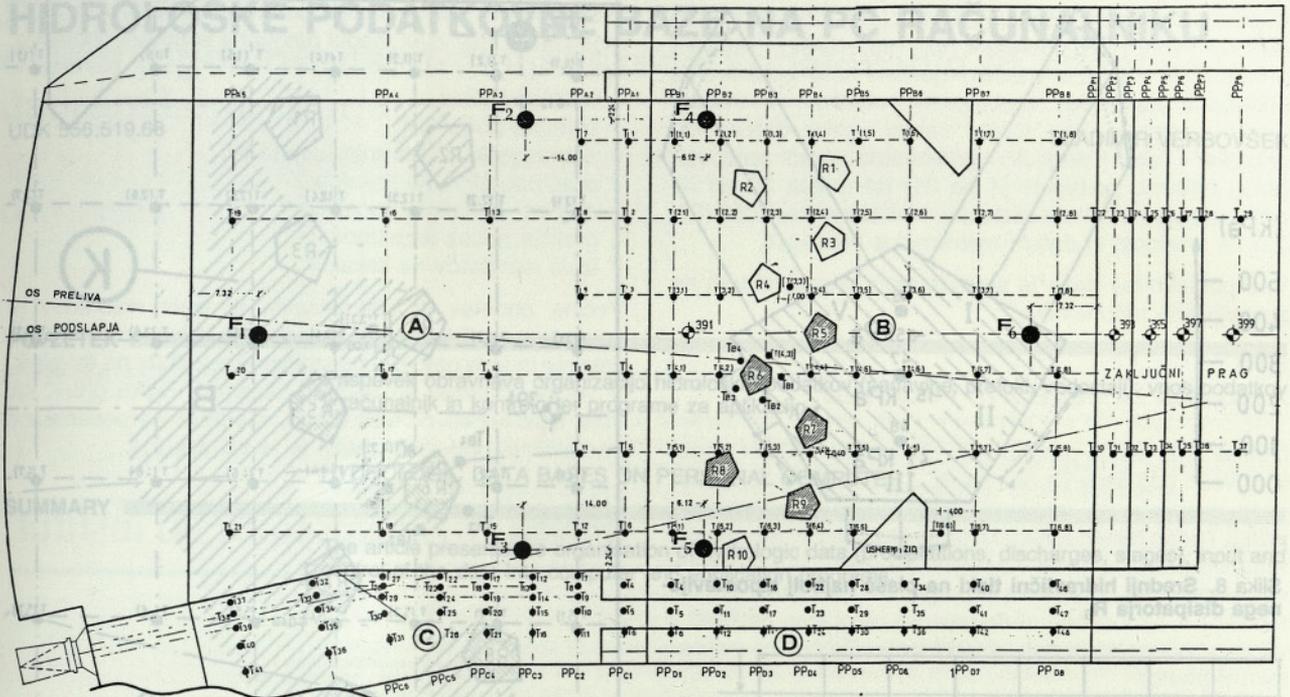
Glede na to, da je gostota merskih točk na eni strani odvisna od razpoložljive opreme in na drugi strani od velikosti elementa in dinamike obremenitve nanj, je bila za talni plošči izvršena kontrola. Istočasno s tlaki je bila



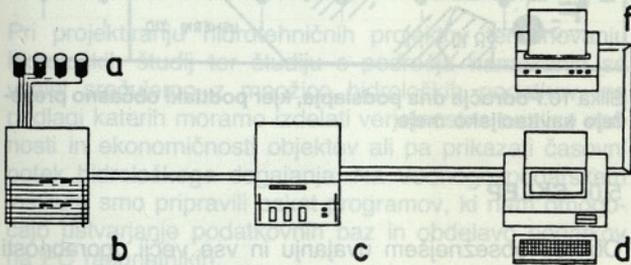
Slika 4. Hitrosti v prerezu za zaključnim pragom podslapja
Levo: za delno skrajšano podslapje brez usmernikov



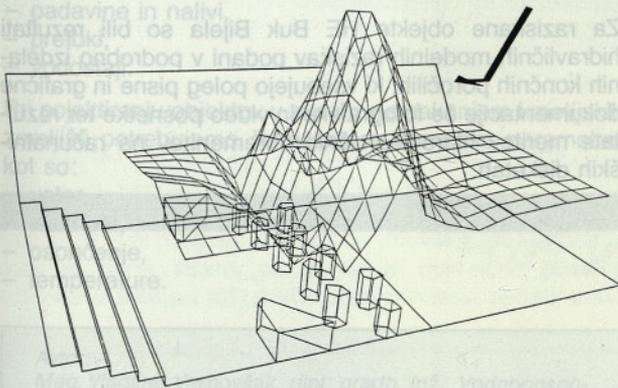
Desno: najkrajše podslapje z usmerniki



Slika 5. Mreža merskih točk v podslapju za meritve hidravličnih tlakov »T« in sil »F«



Slika 6. Shema merilnega sistema; a: merilne sonde, b: ojačevalci, c: data acquisition, d: računalnik, f: izhodne enote



Slika 7. Shematski prikaz trenutne obremenitve dna podslapja pri prelivanju 5235 m³/s

direktno merjena sila na plošči v merskih podporah. Glede na odstopanja rezultatov po obeh metodah znotraj zahtevanih ni bilo potrebno izbrane merske mreže in pripadajočih površin menjati.

Na sl. 7 je shematsko prikazana srednja hidravlična obremenitev na dno podslapja pri prelivanju $Q = 5235 \text{ m}^3/\text{s}$.

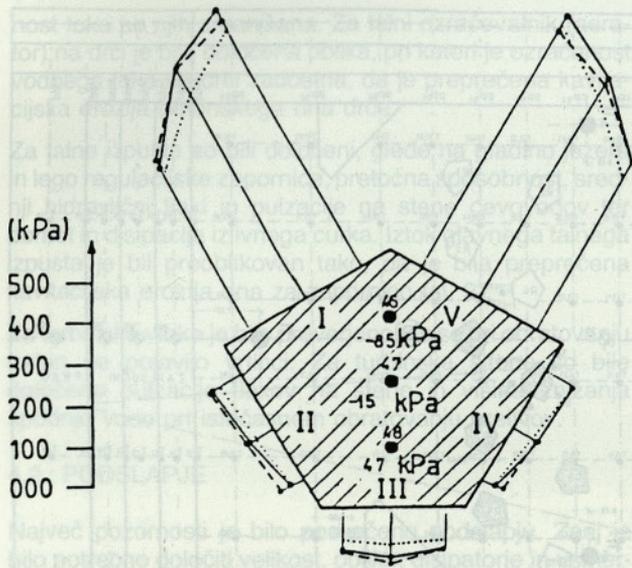
Pri disipatorjih so največje hidrodinamične obremenitve na čelnih površinah, ki so direktno izpostavljene udarom ob dno »drsečega« toka. Pri najbolj obremenjenih disipatorjih so na zgornjih vodoravnih ploskvah celo srednji podtlaki kavitacijski (sl. 8).

Izredno je izražena dinamika v področju med disipacijskimi zobmi, kar je prikazano v časovnem poteku tlaka v merski točki T(4, 3) na sl. 9.

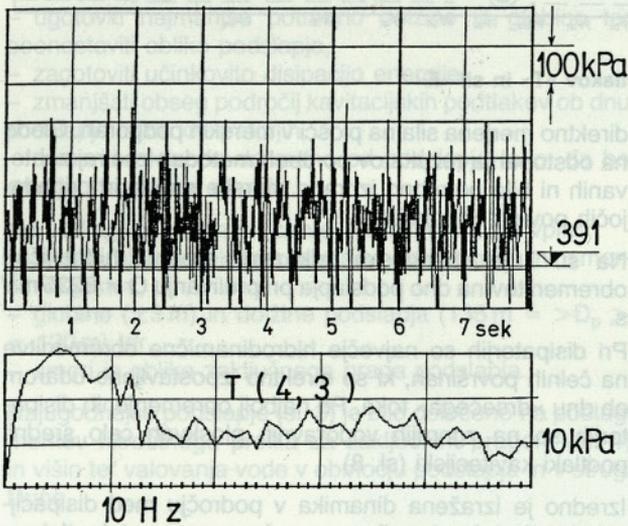
Na sl. 10 so šrafirano prikazana področja dna podslapja, kjer podtlaki občasno presežejo kavitacijsko mejo. Z zmanjšanjem teh področij bi bilo potrebno občutno povečati velikost podslapja, vendar ob upoštevanju majhne pogostosti prelivanja visokih vod in zaradi znatnega ozarčenja padajoče vode v podslapje, ni pričakovati kavitacijskih poškodb.

Po posredni metodi so bile določene še hidrodinamične obremenitve bokov podslapja, usmernih zidov in zaključnega praga.

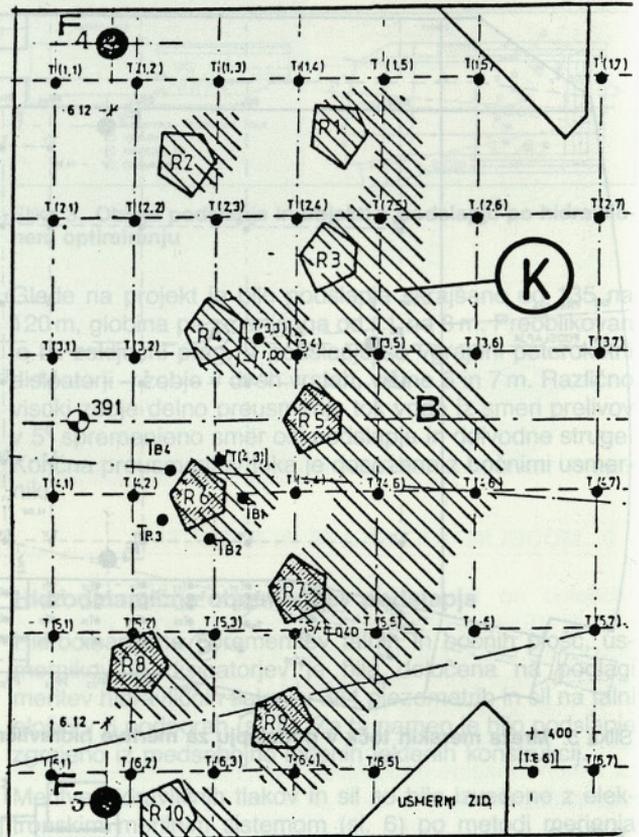
Izvršena je bila tudi časovna korelacija obremenitev na posamezne konstrukcijske elemente podslapja. Izdelane so bile preglednice hidravličnih tlakov za vse merske točke na posameznem elementu za trenutke, ko se v eni izmed merskih točk pojavi ekstremna vrednost tlaka.



Slika 8. Srednji hidravlični tlaki na plašč najbolj izpostavljenega disipatorja R₆



Slika 9. Dinamika tlaka v točki T(4,3) na dnu podslapja med disipacijskimi zobmi



Slika 10. Področja dna podslapja, kjer podtlaki občasno presežejo kavitacijsko mejo

5.0. SKLEP

Ob vse obsežnejšem uvajanju in vse večji uporabnosti matematičnih modelov v hidrotehnični praksi je še vedno, čeprav za več denarja, hidravlično modeliranje objektov visokih pregrad na fizičnih modelih nenadomestljivo.

Opazovanja hidravličnih pojavov ter njihovih vplivov na objekte in merjenja hidravličnih veličin dajejo projektantu poleg osebnih vtisov mnogo podatkov za varno in ekonomično projektiranje.

Za raziskane objekte HE Buk Bijela so bili rezultati hidravličnih modelnih raziskav podani v podrobno izdelanih končnih poročilih, ki vsebujejo poleg pisne in grafične dokumentacije še fotografske in video posnetke ter rezultate meritev hidrodinamičnih obremenitev na računalniških disketah.

HIDROLOŠKE PODATKOVNE BAZE NA PC RAČUNALNIKU

UDK 556:519.68

VLADIMIR VERBOVŠEK

POVZETEK

Prispevek obravnava organizacijo hidroloških podatkov (padavine, pretoki, vodostaji), vnos podatkov v računalnik in kontrolo ter programe za aplikacijo.

HYDROLOGIC DATA BASES ON PERSONAL COMPUTER

SUMMARY

The article presents the organisation of hydrologic data (precipitations, discharges, stages), input and control of the data into computer and application programs.

UVOD

Pri projektiranju hidrotehničnih projektov ter snovanju hidroloških študij ter študiju s področja namakanja se vselej srečujemo z množico hidroloških podatkov, na podlagi katerih moramo izdelati verjetnostne analize varnosti in ekonomičnosti objektov ali pa prikazati časovni potek hidrološkega dogajanja. Na Vodnogospodarskem inštitutu smo pripravili paket programov, ki nam omogočajo ustvarjanje podatkovnih baz in obdelavo podatkov na PC računalnikih.

VRSTE HIDROLOŠKIH PODATKOV IN ORGANIZACIJA PODATKOVNIH BAZ

Hidrološki podatki, s katerimi se srečujemo pri snovanju hidrotehničnih objektov, so v glavnem:

- padavine in nalivi,
- pretoki,
- vodostaji.

Pri projektiranju objektov v zvezi z namakanjem kmetijskih zemljišč potrebujemo še nekatere klimatske parametre, kot so:

- veter,
- vlažnost,
- osončenje,
- temperature.

Glede na pogostost prikazovanja posameznih hidroloških parametrov ločimo le-te na:

- letne (1 podatek v letu)
- mesečne (12 podatkov v letu)
- dnevne (365/366 podatkov v letu).

Takoj postane jasno, da je smiselno organizirati podatkovne baze predvsem z vidika pogostosti prikazovanja, medtem ko je vrsta podatka samega irelevantna. Tako smo podatkovne baze organizirali na naslednji način:

1. z vpeljavo subdirektorijev z ustreznim imenom (do 8 znakov) in podaljškom »DAT«:

- »NALIVI. DAT«
- »LETPAD. DAT«
- »PRETOKI. DAT«
- »VODOSTAJ. DAT«

2. z imenom datoteke – hidrološke postaje (do 8 znakov, od tega 3 znaki za zaporedno številko, 1 znak – in dodatni 4 znaki) in podaljškom ».dat«

Tako npr. subdirektorij »LETPAD. DAT« vsebuje datoteke:

- »002 – kamn. dat« ... Kamniška Bistrica
 - »003 – krva. dat« ... Krvavec
- itd.

Vse podatkovne baze so zgrajene modularno z modulom 1 leta. Moduli so glede na pogostost prikazovanja naslednji:

Pogostost prikaza:	Število podatkov:	Dolžina modula:
– letno	leto + 1	10 znakov
– mesečno	leto + 12	70 znakov
– dnevno	leto + 12 × 35	2105 znakov

Avtor:

Mag. Vladimir Verbovšek, dipl. gradb. inž., Vodnogospodarski inštitut Ljubljana

V prvem primeru je takoj na začetku (prvi modul) podano obdobje vsebovanih podatkov, npr. 1951–1987. V drugem primeru je v prvem modulu podano ime opazovalne postaje z obdobjem vsebovanih podatkov. V tretjem primeru vsebuje prvi modul zaradi velike dolžine že podatke 1 leta. Faktor 35 uporabljamo zaradi tega, ker poleg dnevnih podatkov (1 do 31) na mesta 32 do 35 arhiviramo še vrednost in datum minimalne vrednosti (32, 33) ter vrednost in datum maksimalne vrednosti.

Vse podatkovne baze je seveda moči prenašati tudi na zmogljivejše računalnike.

PROGRAMI ZA OBDELAVO PODATKOV

Izdelali smo lastno programsko opremo za vnos in obdelave vseh podatkovnih baz na PC računalnikih. Vsi doseđani programi so napisani v licenčnem programskem jeziku **Turbo Basic** ameriške firme **Borland International**. Programe uporabljamo v kompilirani obliki. Vsi programi so uporabni na enostaven in pregleden način z menujsko tehniko. V prihodnosti nameravamo programe napisati v višjih programskih jezikih, zlasti v jeziku Turbo C++ (prav tako Borland).

Programov samih je več (ne gre za 1 sam program),

vsakega smo prilagodili tipu podatkovne baze. Pisani so modularno, kjer vsak modul omogoča segment obdelave, npr.:

- vnos podatkov,
- kontrola podatkov,
- popraviljanje (ažuriranje) podatkov,
- izpis podatkov na tiskalnik,
- analize, obdelave podatkov,
- grafični prikaz rezultatov,
- izpis rezultatov na tiskalnik.

Večina obdelav je interaktivnih, le izpis rezultatov je posreden (»off-line«), tj. najprej ustvarimo datoteko za tiskanje in šele nato fizično izpišemo rezultate na tiskalnik. V večini primerov so namreč tiskalniki »ozka grla«, saj traja izpis lahko do več minut, medtem ko posamezne interaktivne obdelave trajajo le nekaj sekund.



Vodnogospodarski inštitut

p. o.

Vodnogospodarski inštitut
61000 Ljubljana, Hajdrihova 28
telefon: (061) 210-812



VODNOGOSPODARSKO PODJETJE DRAVA PTUJ p. o.

62250 Ptuj
Znidaričevo nabrežje 11
p. p. 90, tel.: (062) 772-531
žiro nr.: 52400-601-10883
telefaks (062) 776-263

Vodnogospodarski sektor
62000 Maribor
Glavni trg 19c
tel.: (062) 29-051
telefaks (062) 222-117

V okviru svoje osnovne dejavnosti spremljamo, vzdržujemo in skrbimo za vodni sistem, za vodno okolje, za kakovost in količino vode ter za gospodarno rabo njenih naravnih danosti.

S svojim potencialom znanja, izkušenj, informacij, gradimo in vzdržujemo objekte ter naprave s področja vodnega gospodarstva, varstva vodnega okolja, osuševanja in namakanja ter ostale hidrotehnične objekte.

»ZA ČLOVEKA IN NARAVO«

PALOMAR

oblika jugoslovansko-italijanskega sodelovanja in sanacije Jadranskega morja

UDK 502.3(262.3)

TOMAŽ VUGA

POVZETEK

Ogroženost Jadranskega morja je dosegla tako stopnjo, da ni le vzbudila vse bolj poudarjeno skrb zanj, ampak tudi spodbudila aktivnosti za njegovo sanacijo. Jadran je namreč skupni prostor vseh držav oziroma regij ob njem, njegova sanacija pa se tudi ne more omejiti samo na sanacijo voda, ampak jo je treba obravnavati v sklopu celovite sanacije okolja širšega območja Jadrana.

Ob dosedanjih oblikah sodelovanja na znanstvenem in raziskovalnem področju je potrebno organizirati tudi skupen pristop k sami sanaciji. Zato je bila na pobudo štirih regij ob severnem Jadranu marca 1990 ustanovljena mešana družba Palomar z nalogo, da ugotovi dejansko stanje Jadranskega morja, spozna procese degradacije ter pripravi programe in projekte za njegove sanacije. Družbo so ustanovili konzorcij Venezia Nuova, Hidrogea in Ingra.

Prve aktivnosti Palomarja so usmerjene v strokovno objektivno informiranje evropske javnosti o stanju voda Jadrana in v pripravo preliminarne študije o ekološkem stanju Jadrana. Na tej podlagi bo v naslednjih letih izdelan celovit sanacijski program Jadranskega morja s prispevnim območjem. Palomar tudi namerava voditi nekatere konkretne projekte in aktivnosti, ki so v interesu obeh držav in imajo mednarodno podporo.

PALOMAR – THE FORM OF THE YUGOSLAVIAN-ITALIAN COOPERATION AND SANITATION OF THE ADRIATIC

SUMMARY

The Adriatic Sea has been endangered to such an extent that this not only increased the anxiety about its future but also triggered the activities for its purification. Namely, the Adriatic is a region shared by all the bordering states. Its purification cannot be limited to the purification of waters alone, but it should be considered as an integral part of the environment protection of the broader Adriatic region.

In addition to the already existing forms of cooperation in the scientific and research fields, a common approach to the decontamination measures is needed. Therefore, on the initiative of the four North Adriatic regions, the Palomar company was founded in March 1990. Its task is to establish the actual conditions of the Adriatic Sea, to study the degradation processes, and to prepare the programs and projects for its purification. The company was founded by the Venezia Nuova Consortium, the Hidrogea and the Ingra.

The initial activities of the Palomar company aim at informing the European public in a professionally objective manner upon the Adriatic water conditions and at preparing a preliminary study upon the Adriatic environmental conditions. Based thereupon, a complete environment protection program of the Adriatic Sea and the pertaining region will be elaborated in the following years. Palomar also intends to manage some concrete projects and activities, which both countries are interested in and which have international support.

1. JADRAN KOT IZZIV ZA SODELOVANJE

Slovenci smo sicer znani po svoji kontinentalni orientaciji, kar nam niti ni mogoče zameriti ob dejstvu, da naša obala meri le borih 46 km, pa še ta je dokončno postala slovenska šele po letu 1947. Zato o morski ali jadranski

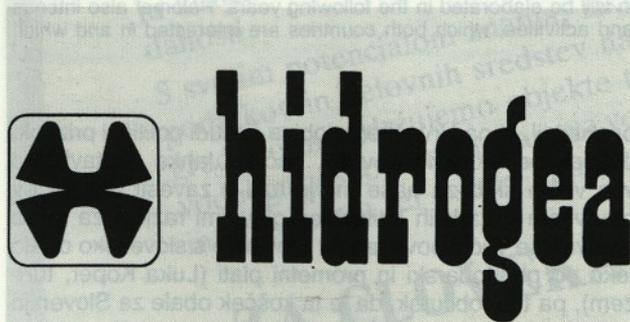
orientaciji, ki na Hrvaškem dobiva že tudi politični prizvok, pri nas ne moremo govoriti, pač pa lahko ugotovljamo vse večjo skrb za naše morje tudi v zavesti Slovencev predvsem v zadnjih letih. Med glavnimi razlogi za to so gotovo vse večja povezanost Slovenije s slovensko obalo tako po gospodarski in prometni plati (Luka Koper, turizem), pa tudi občutek, da je ta košček obale za Slovenijo edinstven in da doslej z njim nismo uspeli v celoti racionalno in dolgoročno najprimerneje gospodariti. Temu moramo dodati še ogroženost bivalnega okolja na obali, ki je v mnogočem odraz nepravilnih razvojnih odločitev v

Avtor:
Tomaž Vuga, d.i.a., Nova Gorica, Soška 24a

preteklosti, zaradi česar so se prav tu že zelo zgodaj pojavila zelena gibanja; še večjo skrb za morje kot tako pa so povzročili pojavi alg v zadnjih letih, ki so jih nepredno ali posredno prek medijev spoznali, lahko rečemo, prav vsi Slovenci. Vse to je končno izoblikovalo ugodnejše razpoloženje za resnejšo obravnavo Jadranskega morja kot slovenskega resursa, ki pa je močno ogrožen in zahteva takojšnje sanacijske ukrepe.

Reševanje Jadranskega morja ima v strokovnem pogledu še mnogo širše dimenzije. Najprej moramo ugotoviti, da Jadranskega morja ne moremo obravnavati le v naših mejah in izolirano od sosedov, ampak da je to skupen jugoslovansko-italijanski prostor, severni Jadran pa prostor Slovenije in Hrvaške na naši strani ter dežel Furlanije Julijske Krajine in Veneta na italijanski strani. Prav tako ga s stališča varstva pred onesnaževanjem ne moremo obravnavati brez pritokov in njihovega prispevnega območja (le-to pa že pokriva okrog 20% slovenskega ozemlja) ter ne da bi hkrati razmišljali o sanaciji tal, zraka in razreševanju problema odpadkov. Morje je torej kompleksen problem tako zaradi pripadnosti ozemlju več državam kot zaradi vpetosti v celovito ekološko problematiko na ožjem in širšem območju.

Skrb za stanje Jadrana je postala osrednja tema ne le na sestankih za ekologijo odgovornih državnih teles, ampak vse pogostejše tudi na rednih sestankih predstavnikov vlad dežel v okviru DS Alpe-Jadran. Jadran kot skupni prostor štirih obmorskih dežel v delovni skupnosti pa je, razumljivo, ne glede na formalno politično sodelovanje zahteval tesnejše sodelovanje na znanstveno-strokovnem področju, ki ima že dolgoletno tradicijo in ki je tudi svojo formalno obliko dobilo s formiranjem observatorija v Trstu z namenom, da naj zbira podatke o stanju Jadranskega morja in koordinira aktivnosti med raziskovalnimi institucijami pri tem. Ne glede na kronično pomanjkanje denarja za raziskovanje morja mislim, da je bilo dosedanje sodelovanje jugoslovanskih in italijanskih institucij pri raziskovanju morja uspešno in je tudi pripomoglo k političnim odločitvam o skupnih aktivnostih pri sanaciji Jadrana ter k spoznanju o večjih finančnih vlaganjih za doseganje tega cilja. Pojav alg v zadnjih letih je to spoznanje le še podkrepil.



2. SKUPNO K SANACIJI

Prvo javno pobudo za skupen organizacijski pristop k sanaciji Jadrana je podal takratni predsednik deželnega sveta Veneta g. Bernini, ki je na srečanju v okviru Delovne skupnosti Alpe-Jadran v aprilu 1989 predlagal ustanovitev mešanega italijansko-jugoslovanskega podjetja za sanacijo Jadrana. Ob tej priložnosti je tudi predlagal, da naj bi bil partner z italijanske strani konzorcij Venezia Nuova, ki je že pooblaščen od italijanske države in dežele Veneto za projekt sanacije Beneške lagune in mesta Benetk.

Slovenija in Hrvaška sta pobudo sprejeli ter kot svoja predstavnika predlagali Hidrogea in Ingre, takrat poslovni skupnosti večjega števila podjetij.

Ker sem prepričan, da Hidrogea in Ingre bralcem ni treba posebej predstavljati, bom podal le nekaj podatkov o italijanskem partnerju – konzorciju Venezia Nuova. Ustanovilo ga je leta 1982 26 italijanskih podjetij oziroma grupacij mednarodnega pomena z več kot 100 tisoč zaposlenimi, 230 milijardami skupnega kapitala ter z več kot 5 tisoč milijardami letnega prihodka. Med njimi so npr. Italmipresit, Italstrade in nekatera druga podjetja iz grupe Iri-Italstat, podjetja Girola, Lodigiani in druga. Naloga Venezie Nuove je ponovna usposobitev ekološkega ravnesja v Beneški laguni ter ohranitev kulturne dediščine svetovnega pomena, ki jo predstavljajo Benetke, prioriteto pa zaustavitev degradacije zaradi onesnaževanja. Za doseg tega cilja je konzorcij zadolžen za pripravo vseh potrebnih raziskav in študij, projektov, pilotskih izvedb ter realizacijo vseh potrebnih del. Kompleksnost zaupane jim naloge se gotovo lahko primerja s kompleksnostjo sanacije celotnega Jadrana, zato so bile izkušnje in dosedanje uspehi Venezie Nuove gotovo glavni razlog, da jih je italijanska stran predlagala kot nosilca tudi pri ustanovitvi mešanega podjetja za sanacijo Jadrana.

Prvi razgovori med bodočimi partnerji v mešanem podjetju so bili že v maju 1989, ko je nastal memorandum o nameri, ki je med drugim določil za glavne naloge bodoče družbe ugotovitev stanja Jadranskega morja in njegovega prispevnega območja, razvoj znanj o procesih degradacije in saniranja okolja, kompleksno programiranje aktivnosti in njihovo projektiranje ter koordinacijo izvedbe del. S tem naj bi se bodoča družba aktivno vključila v proces zaustavljanja degradacije Jadranskega morja ter postala na tem področju strokovni vezni člen med Jugoslavijo in Italijo.

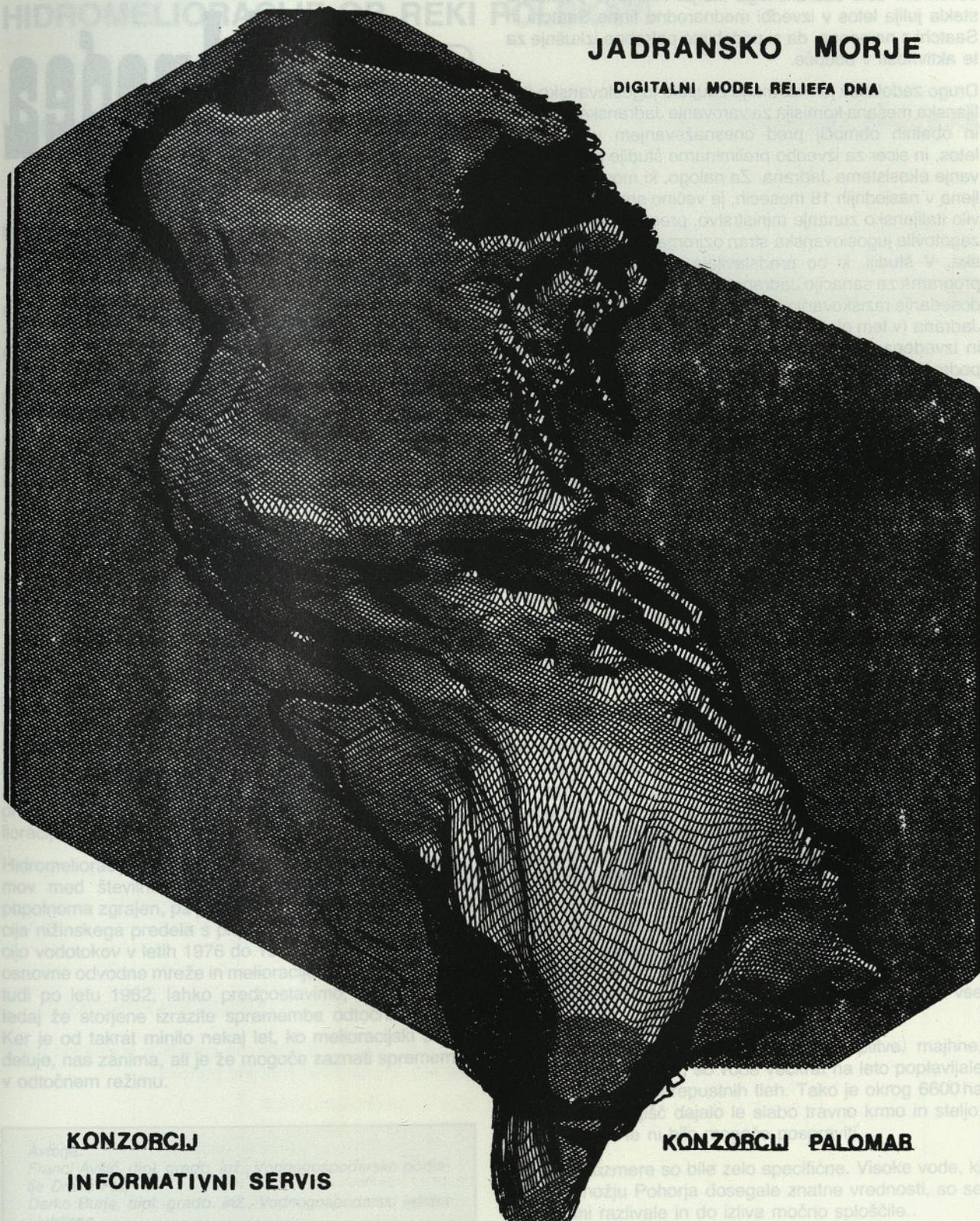
Zaradi zakonskih ovir se je formalna ustanovitev družbe nekoliko zavlekla, tako da je bila registrirana pod imenom PALOMAR šele 22. marca 1990.

3. PALOMAR IN NJEGOVE NALOGE

Potrebnost takega podjetja dokazujejo tudi zadolžitve, ki jih je dobil Palomar že pred formalno registracijo. Tako so predstavniki vlad Veneta, Furlanije Julijske Krajine, Slovenije in Hrvaške kot štirih objadranskih dežel v okviru DS Alpe Jadran že konec januarja 1990 zadolžili Palomar za vodenje akcije o znanstveno neoporečnem informiranju

JADRANSKO MORJE

DIGITALNI MODEL RELIEFA DNA



KONZORCIJ

INFORMATIVNI SERVIS

KONZORCIJ PALOMAR

širše in strokovne javnosti o stanju kakovosti vode v severnem delu Jadranskega morja. Akcija je poskusno stekla julija letos v izvedbi mednarodne firme Saatchi in Saatchi z namenom, da si pridobimo potrebne izkušnje za te aktivnosti v bodoče.

Drugo zadolžitev je Palomarju zaupala jugoslovansko-italijanska mešana komisija za varovanje Jadranskega morja in obalnih območij pred onesnaževanjem v februarju letos, in sicer za izvedbo preliminarne študije za obvladovanje ekosistema Jadrana. Za nalogo, ki mora biti opravljena v naslednjih 18 mesecih, je večino sredstev zagotovilo italijansko zunanje ministrstvo, preostali del pa naj bi zagotovila jugoslovanska stran oziroma Slovenija in Hrvaška. V študiji, ki bo predstavljala podlago za izdelavo programa za sanacijo Jadrana, bo v prvem delu prikazano dosedanje raziskovanje in ocena stanja okolja na območju Jadrana (v tem okviru bodo analizirani pripravljene projekti in izvedena dela v zadnjih desetih letih, zakonodaja na področju varstva okolja v obeh državah in način financiranja ekoloških projektov, veljavni plani in programi, razpoložljiva znanja, ki bi prišla v poštev pri nadaljnjem delu ter aktivnosti, ki se nanašajo na informiranje javnosti in oblikovanje odnosa do okolja). V drugem delu pa bo podan pregled obstoječih infosistemov, ki vsebujejo podatke, pomembne za ugotavljanje ekološke problematike območja Jadrana ter zasnova infosistema kot podlage za spremljanje stanja in ukrepanje pri sanaciji Jadrana.

Ob teh dveh zadolžitvah, katerih izvajanje je v teku, je za letošnje leto za Palomar najpomembnejša naloga dokončno organizacijsko formiranje in finančna osamosvojitve, tako da bi lahko ne le živel brez pomoči ustanoviteljev, ampak tudi čimprej pokrila stroške za nazaj.



hidrogea

Zato namerava svoje usluge ponuditi tudi drugim regijam ob srednjem in južnem Jadranu (npr. v zvezi z informiranjem javnosti), aktivnosti pa postopoma od študijskih nalog razširiti tudi na koordinacijo velikih ekoloških projektov, posebej tistih, ki so v interesu obeh držav in imajo mednarodno podporo. Pri tem pa naj bi bil tudi vezni člen med članicami ustanoviteljic Palomarja z italijanske in jugoslovanske strani pri izmenjavi izkušenj ter informacij o skupnih interesih in možnostih skupnega nastopanja pri izvedbi del.

Poleg vsega tega pa je lahko Palomar za nas tudi izkušnja, kako naj se vede zasebno podjetje (kar je Palomar po italijanskih zakonih) pri izvajanju del, ki so – po naši stari terminologiji – širšega družbenega pomena, a se kljub temu oddajajo na trgu le tistemu, ki je v dveh ozirih najboljši ponudnik in ki uspe delo ne le opraviti, ampak se ob tem tudi potrditi in razviti.

3. PALOMAR IN NJEGOVE NALOGE

Potrebno takega podjetja dokazno zadolžitve, ki jih je dobil Palomar že pred formalno registracijo. Tako so predstavniki Informativni Servisa (Krajine, Slovenije in Hrvaško kot širši objadranški dežel v okviru DS Alpe Jadran že konec januarja 1990 zadolžili Palomar za izvedbo akcije o znanstveno-pedagoškem informiranju

SPREMEMBE HIDROLOŠKEGA REŽIMA ZARADI HIDROMELIORACIJE OB REKI POLSKAVI

UDK 626.86

FRANCI AVŠIČ, DARKO BURJA

POVZETEK

Analiza hidroloških podatkov po izvedbi hidromelioracije v dolini reke Polskave kaže povečanje vseh karakteristik odtočnega režima. To povzroča obremenitev dolvodne odtočne mreže in siromašenje lastnih vodnih zalog. V odtočni sistem je torej potrebno vključiti tudi objekte in ukrepe za zadrževanje vode.

CHANGES OF HYDROLOGIC REGIME BY LAND RECLAMATION ON RIVER POLSKAVA

SUMMARY

The hydrologic data analyse of the hydrologic regime of the Polskava river after land reclamation measures, shows the increasing of all characteristics of the runoff regime. That causes the loading of the downstream runoff system and decreasing of its own water resources. It is necessary to include the objects and measures for the water detention in the runoff system.

UVOD

Sredi sedemdesetih let smo v okviru Zelenega plana z veliko vnemo sodelovali pri pridobivanju in usposabljanju zemljišč za intenzivno kmetijsko rabo. Naloga vodarjev je bila predvsem ureditev osnovne odvodne mreže, ki je ob zmanjšanju poplavne nevarnosti nudila tudi pogoje za priključitev drenažnih sistemov, torej za izvedbo hidromelioracije zemljišč.

Hidromelioracijski sistem Polskava je le eden takih sistemov med številnimi po vsej domovini. Čeprav še ni popolnoma zgrajen, pa je bila izvedena pretežna melioracija nižinskega predela s pripadajočo ureditvijo – regulacijo vodotokov v letih 1976 do 1982. Kljub temu da je del osnovne odvodne mreže in melioracije zemljišč v izvajanju tudi po letu 1982, lahko predpostavimo, da so bile do tedaj že storjene izrazite spremembe odtočnih razmer. Ker je od takrat minilo nekaj let, ko melioracijski sistem deluje, nas zanima, ali je že mogoče zaznati spremembe v odtočnem režimu.

OPIS POVODJA

Povirje reke Polskave in njenih pritokov sega do vrha Pohorja z najvišjo nadmorsko lego 1347 m. Gorsko in gričevnato vzhodno pobočje, ki obsega 87 km², se spusti do višine 270 m ob vznožju. Ravninski svet s površino 101 km² doseže pri izlivu Polskave v Dravinjo, nekoliko gorvodno od Vidma pri Ptujju, višino 214 m. Dokaj strma grapasta pobočja hribovja dajejo vodam hudourniški značaj, bogata preperinska krovna plast in poraščenost pa zadržujeta dovolj padavin, da ostanejo potoki vodnati vse leto.

Ravnina je prekrita z glinasto-ilovnatim pokrovom na rečnem prodnopedšenem nanosu Dravskega polja. Za vodo slabo prepustni krovni sloj je ob vznožju Pohorja pri Pragerskem debel do 12 m, proti vzhodu pa postaja vse tanjši.

Ker so bile struge potokov na ravnini plitve, majhne, zarastle in zvijugane, so vode večkrat na leto poplavliale in zastajale na neprepustnih tleh. Tako je okrog 6600 ha kmetijskih zemljišč dajalo le slabo travno krmo in steljo, včasih pa še te ni bilo mogoče pospraviti.

Odtočne razmere so bile zelo specifične. Visoke vode, ki so ob vznožju Pohorja dosegale znatne vrednosti, so se na ravnini razlivala in do izliva močno sploščile.

Celotna bilanca odtoka je v končnem – izlivnem prerezu

Avtorja:
Franci Avšič, dipl. gradb. inž., Vodnogospodarsko podjetje Drava Ptuj
Darko Burja, dipl. gradb. inž., Vodnogospodarski inštitut Ljubljana



Izlivni objekt akumulacije Požeg v hidromelioracijskem sistemu Polskava

izkazovala primanjkljaj, kar smo razlagali z dreniranjem površinskih slojev v prodno podtalje. Torej je del vode Polskave odtekal in bogatil podtalnico Dravskega polja v povprečni vrednosti $0,67 \text{ m}^3/\text{s}$.

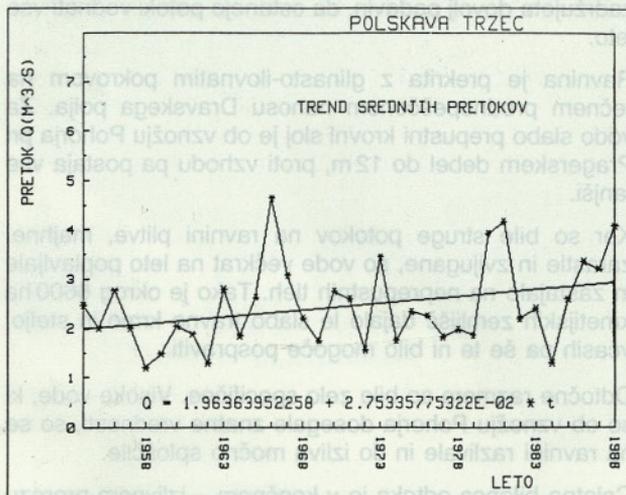
HIDROLOŠKA ANALIZA

Na Polskavi delujeta dve vodomerni postaji, in sicer v Zgornji Polskavi ob vznožju Pohorja (36 km^2) in v Trčzu

pred izlivom v Dravinjo (188 km^2). Rezultate meritev v teh dveh prerezih smo primerjali z meritvami na Dravinji v Vidmu pod izlivom Polskave (823 km^2).

Analizirali smo podatke v opazovalnem obdobju, razdeljene na značilna podobdobja:

- 1954 do 1988 obdobje celotne analize
- 1954 do 1978 obdobje pred hidromelioracijo
- 1978 do 1982 obdobje intenzivne hidromelioracije
- 1982 do 1988 obdobje po hidromelioraciji.



PRIMERJAVA KARAKTERISTIČNIH PRETOKOV

Rezultate statistične obdelave podatkov podajamo v preglednici. Primerjamo značilne pretoke:

- sQs – srednji letni pretok
- sQn – srednji nizki pretok
- sQv – pretok srednje visoke vode.

Podane so vrednosti v m^3/s za primerjalna obdobja in odstotek povečanja (+) ali zmanjšanja (–) pretokov po hidromelioraciji v primerjavi s celotnim analiziranim obdobjem.

Pretok	Obdobje	Vodomerska postaja					
		Zg. Polskava		Tržec		Videm	
		m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s	%
sQs	54–88	0,728		2,460		11,950	
	82–88	0,728	0	2,840	+15	11,055	-7
sQn	54–88	0,175		0,509		1,906	
	82–88	0,187	+7	0,537	+6	1,971	+3
sQv	54–88	8,03		27,2		1,38	
	82–88	7,37	-8	34,7	+28	1,23	-11

UGOTOVITVE IN RAZLAGA

Srednji letni pretoki so se po hidromelioraciji v končnem prerezu (Tržec) povečali za 15 %, ob tem ko so bili na povirju (Zg. Polskava) enaki, na širšem območju (Videm) pa celo nižji. Taka sprememba je gotovo posledica močno izboljšanih odtočnih razmer površinskega odtoka ter manjših izgub v podtalnico in atmosfero.

Srednji nizki pretoki so se v končnem prerezu sicer povečali za 6 %, domala enako kot v povirju (7 %), vendar več kot v širšem območju, kjer je bilo povečanje v tem obdobju 3 %. V splošnem bi sicer pričakovali kot posledico hidromelioracije povečanje vseh ekstremov, torej znižanje nizkih pretokov. V našem primeru razlagamo navedene rezultate kot posledico dreniranja podtalnice in izboljšanja lastne akumulacije kultiviranih tal kmetijskih zemljišč.

Srednje visoke vode so se v končnem prerezu izrazito povečale za 28 %, v povirju so v tem obdobju nižje za 8 %, v širšem območju pa nižje celo za 11 %. Izsek je povsem razumljiv, saj so odpravljene obširne poplavne retenzije in omogočen neoviran odtok visokih vod.

Pri nadaljnji analizi hidroloških dogajanj smo tudi ugotovili, da se povečujejo trajanja pretokov v končnem prerezu, in to tako nizkih kakor tudi visokih.

Računali smo še odtočne koeficiente, razmerja med dotokom, padavin in rečnim odtokom ter ugotovili, da se je odtočni koeficient v končnem prerezu v obdobju po hidromelioraciji povečal od 0,370 na 0,410 (+0,040) v primerjavi s povirjem, kjer je bilo to povečanje mnogo manjše, od 0,480 na 0,488 (+0,008).

SKLEP

Opazovalno obdobje hidroloških sprememb je bilo sicer kratko, vendar lahko potrdimo nekaj spoznanj. S hidromelioracijskimi posegi, zlasti z ureditvijo boljših odtočnih razmer in z zmanjšanjem poplavnih retenzij, povzročamo povečanje odtoka z melioriranega območja. Poleg koristnih posledic, kot so izboljšani pogoji za rabo zemljišč, bivalnih in prometnih razmer na samem območju, pa so take spremembe tudi neljube. Povečanje odtoka, zlasti visokih vod, povzroča nevšečnosti s preobremenjevanjem dolvodnih rečnih odsekov.

Povečanje odtoka nasploh pa pomeni tudi siromašenje vodnatosti na območju samem, na primer manj odtoka v podtalnico, manjša izdatnost vodnih virov.

Če so take spremembe sistematične, na vseh sosednjih, gorvodnih in dolvodnih območjih in povsod istosmiselne, so lahko posledice občutne. Za take spremembe pa niso krive le regulacije rek, ampak povsem v istem smislu tudi spremembe zaradi izboljšanja bivalnega standarda. Vse več streh, asfaltiranih cest, dvorišč se odvodnjava v kanalizacije in potoke. Nove ceste, gozdne poti, poljske ceste z obcestnimi jarki so novi vodotoki.

Gotovo je, da naše življenje zahteva ustrezne odtočne razmere, vendar bomo morali izvajati tudi ukrepe za blažitev opisanih negativnih sprememb naravnega odtočnega režima. Za ta namen bo potrebno graditi vodne zadrževalnike za zadrževanje visokih vod in za shranjevanje vodnih viškov za bogatenje voda v sušnih obdobjih. Ohraniti ali na novo vzpostaviti bi bilo potrebno močvirske ambiente, kjer bi se vode zadrževale ter ohranjale vodne in obvodne biotope. Ob ugodnem hidrološkem vplivu bi tako dosegli tudi ugodne ekološke učinke, nujne za varstvo voda.

ROKI IZPITOV IN SEMINARJEV ZA STROKOVNE IZPITE V LETU 1991

Izpitni roki		Področja		Strojništvo		Elektrotehnika		Tehnično-tehnološko		Ekonomsko		Pravno	
		seminar	izpit	seminar	izpit	seminar	izpit	seminar	izpit	seminar	izpit	seminar	izpit
I.	Januar	21.–25.januar	P 22. dec. 90				P 22. dec. 90						
			U 7.–11. jan. 91				U 7.–11. jan. 91						
II.	Februar	18.–22. februar	P 19. jan. 91	11.–15. februar	P 19. jan. 91	4.–8. februar							
			U 4.–8. feb.		U 4.–8. feb.								
III.	Marec	18.–22. marec	P 16. feb.				P 16. feb.		P 16. feb.				
			U 4.–8. mar.				U 4.–8. mar.		U 4.–8. mar.				
IV.	April	15.–19. april	P 23. mar.	1.–5. april	P 23. mar.	1.–5. april				P _____		P _____	
			U 8.–12. april		U 8.–12. april					U 15.–17. april		U 15.–17. april	
V.	Maj	20.–24. maj	P 20. april				P 20. april						
			U 6.–10. maj				U 6.–10. maj						
VI.	Junij	16.–20. september 21.–25. oktober	P 18. maj		P 18. maj								
			U 3.–7. junij		U 3.–7. junij								

P – pisni del izpita; **U** – usni del izpita



POMEN ROTACIJSKE KAPACITETE PRI ELASTIČNO-PLASTIČNI ANALIZI RAVNINSKIH OKVIROV

UDK 624.014.2.072.33:624.046:531.25

JURE BANOVEC, LEON HLADNIK

POVZETEK

Članek podaja osnove računskega postopka rotacijske kapacitete prerezov jeklenih ravninskih okvirov. Računski primeri kažejo vpliv rotacijske kapacitete na nosilnost oziroma duktilnost konstrukcije.

SUMMARY

The article deals with the basis of the rotational capacity of the steel plane frames. The numerical examples show the influence of the rotational capacity on load-carrying capacity or rather ductility of structures.

1.0. UVOD

Pri elastično-plastični (E-P) analizi uporabljamo natančne odnose med napetostmi in deformacijami. Tako lahko pri jeklenih konstrukcijah zajamemo poljubne zaostale napetosti, nehomogenost meje elastičnosti itd. Z upoštevanjem geometrijske nelinearnosti lahko dokaj natančno simuliramo eksperimente. Taka analiza se uporablja pri raziskovalnem delu, v zadnjem času pa vse več za presojo nosilnosti inženirskih konstrukcij. Predpisi omogočajo tudi uporabo metode plastičnih členkov (MPČ) po teoriji drugega reda (TDR), ki je glede na elastično-plastično

analizo manj natančna, vendar bolj enostavna. Če posamezni elementi niso ustrezno podprti, se lahko izklonijo zunaj ravnine ali pa bočno zvrnejo. Prerezi, ki niso dovolj kompaktni, se lahko tudi lokalno izbočijo. Ti pojavi nestabilnosti lahko bistveno zmanjšajo »globalno« nosilnost. Zato moramo opraviti ustrezne dokaze nosilnosti posameznih elementov. To urejajo predpisi. V tem poročilu se bomo posvetili predvsem kompaktnosti prerezov. EURO-CODE-3 (EC-3) razvršča prečne prereze v štiri razrede:

– Razred 1 – plastični prečni prerezi so tisti, ki omogočajo nastop plastičnih členkov z zadovoljivo kapaciteto vrtenja (ROTACIJSKO KAPACITETO), tako da dopuščajo pre-rzporeditve momentov v konstrukciji.

– Razred 2 – kompaktni prečni prerezi so tisti, ki omogočajo nastop plastičnega členka, lokalno izbočenje pa omeji rotacijsko duktilnost plastičnega členka in zato ne dopušča prerazporeditve upogibnih momentov.

– Razred 3 – semikompaktni prečni prerezi so tisti, pri katerih je potrebno napetost v krajnih vlaknih omejiti na

Avtorja:
prof. Dr. Jure Banovec, dipl. gradb. inž.,
Leon Hladnik, študent
Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo,
VTOZD gradbeništvo in geodezija

mejo elastičnosti, ker lokalno izbočenje prepreči razvoj plastičnega členka.

– Razred 4 – vitki prečni prerezi so tisti, ki se lokalno izbočijo zaradi tlačnih napetosti, ki so manjše od meje elastičnosti.

Iz navedenega je razvidno, da je pri E-P analizi potrebno uporabiti plastične prereze, ker zaradi ustrezne rotacijske kapacitete (R) omogočajo prerazporeditev upogibnih momentov zaradi plastifikacije.

V določenih končnega osnutka EC-3 (1) se pri pogojih za uporabo E-P analize zahteva tudi zadostna razpoložljiva rotacijska kapaciteta (R_{razp}) tistih prerezov, v katerih pričakujemo nastanek plastičnih členkov. V EC-3 ni eksplicitno navedeno, kako naj se tej zahtevi ugodi, prav tako pa je v literaturi malo napisanega o tej problematiki.

2.0. TEORETIČNE OSNOVE

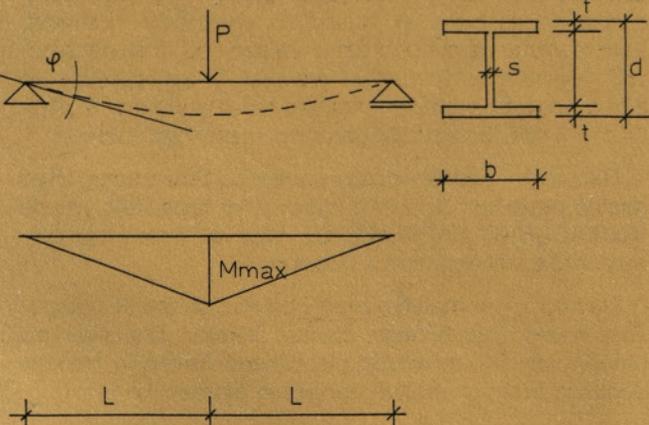
2.1. SPLOŠNO

Za začetek si oglejmo obnašanje bočno podprtega prostoležečega nosilca, ki je obremenjen s silo na sredini (slika 1). Zanima nas odvisnost med maksimalnim momentom, ki je pod točkovno obtežbo, in zasukom podpore.

Za ta namen uporabljamo računske postopke (E-P analizo, MPČ), rezultate pa lahko preverimo z eksperimentom.

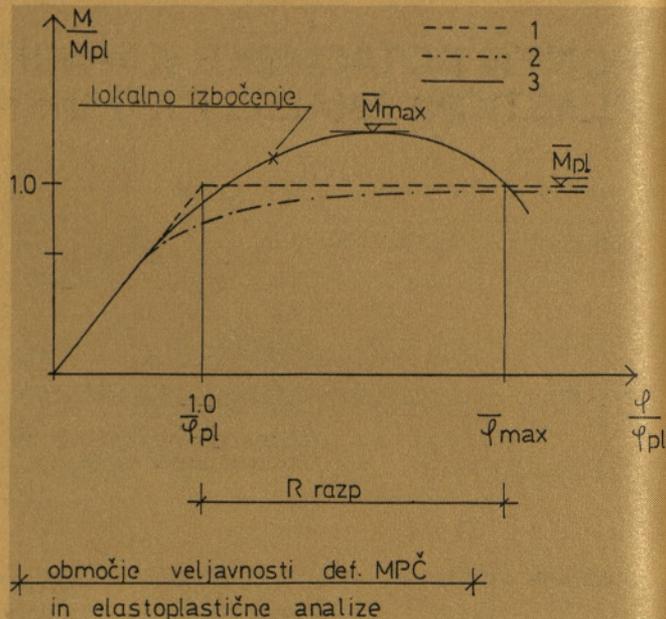
Deformacijska metoda plastičnih členkov (MPČ)

Pri tej metodi nastavljamo ravnotežje v nedeformirani legi (teorija prvega reda – TPR) ali pa v deformirani legi (teorija drugega reda – TDR) s tem, da privzamemo, da se elementi konstrukcije (nosilci) plastificirajo le v diskretnih točkah (plastičnih členkih). Pri statično nedoločenih konstrukcijah stopnjevanje obtežbe povzroči postopno pojavljanje večjega števila plastičnih členkov, ki omogočajo prerazporeditev upogibnih momentov. Seveda pa moramo s konstrukcijskimi ukrepi omogočiti tako prerazporeditev.



Slika 1: Prostoležeči nosilec

Za nosilec na sliki 1 je pri uporabi MPČ brez utrditve značilna krivulja 1 (diagram na sliki 2). Konstrukcija se obnaša povsem elastično do trenutka, ko vrednost maksimalnega momenta doseže vrednost poloplastičnega momenta preseza (M_{pl}). Takrat nastane na mestu maksimalnega momenta plastični členek, ki je obremenjen z momentom poloplastičnosti preseza M_{pl} , podpora pa se zasuka za φ_{pl} . Ker je konstrukcija statično določena, zadošča za nestabilnost konstrukcije (nastanek kinematične verige) le en plastični členek.



Slika 2: Odvisnost moment-zasuk

Elastično-plastična (E-P) analiza

Pri tej metodi uporabljamo natančne odnose med napeptostmi in deformacijami. Z upoštevanjem geometrijske nelinearnosti lahko dokaj natančno simuliramo eksperimente.

Za nosilec na sliki 1 je pri uporabi E-P analize brez utrditve značilna krivulja 2 (diagram na sl. 2). Velikost momenta preseza se asimptotično približuje vrednosti M_{pl} , pri tem naraščajo deformacije prek vseh meja.

Tako pri E-P analizi brez utrditve kot pri MPČ brez utrditve je predpostavljeno, da ne pride do lokalnega izbočenja.

Prednost E-P analize pred MPČ je v tem, da pri MPČ ne dobimo realnih vrednosti za deformacije in je ta metoda primerna le za določevanje notranjih statičnih veličin ali mejne obtežbe pri upoštevanju plastifikacije konstrukcije. E-P analiza pa omogoča tudi račun vrednosti deformacij.

Realno obnašanje nosilca (eksperiment)

Realno obnašanje nosilca iz slike 1 pa je nekoliko drugačno in je predstavljeno s krivuljo 3 (diagram na sl. 2), ki je določena eksperimentalno (2). Zaradi plastične utrditve materiala je maksimalni moment preseza (M_{maks}), ki

ga lahko prevzame neki prerez pri polni plastifikaciji, večji kot M_{pl} , ki je določen brez upoštevanja utrditve. Poleg tega pa ima na realno obnašanje nosilca vpliv tudi lokalno izbočenje, ki se izvrši pri delni plastifikaciji prereza. To izbočenje povzroči zmanjševanje upogibnega momenta.

2.2. DEFINICIJA RAZPOLOŽLJIVE ROTACIJSKE KAPACITETE (R_{razp})

Iz slike 2 je razvidno, da ima lokalno izbočenje v plastičnem področju velik vpliv na obnašanje nosilca. Pri določeni vrednosti zasuka φ_{maks} prerez ni več sposoben prevzeti momenta, na katerega je bil dimenzioniran (kriv. 3, sl. 2). Takrat se vrednost momenta prereza zniža pod vrednost M_{pl} .

Velikost maksimalnega zasuka (φ_{maks}) pri realni konstrukciji nam torej omeji področje veljavnosti E-P analize, ki ne upošteva vpliva lokalnega izbočenja (sl. 2).

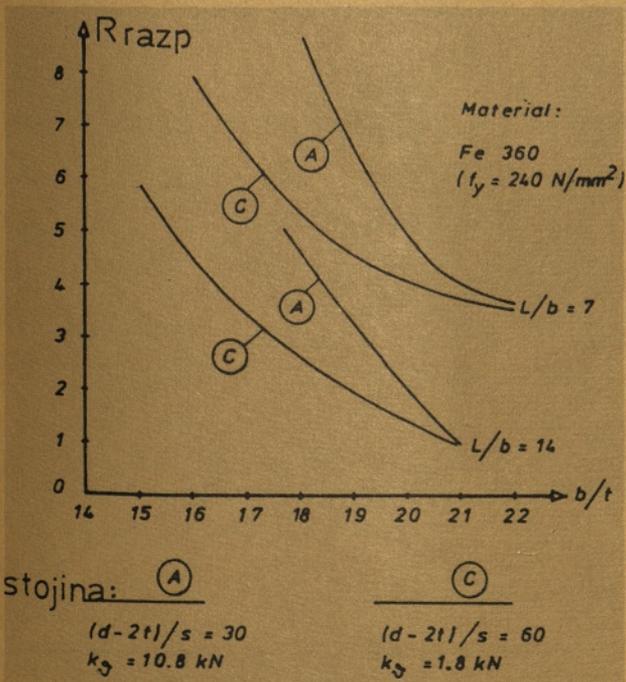
Da bi lahko merili vpliv različnih parametrov na velikost maksimalnega zasuka (φ_{maks}), uvedemo R_{razp} (slika 2):

$$R_{razp} = \frac{\varphi_{maks}}{\varphi_{pl}} - 1 \tag{1}$$

φ_{pl} – velikost zasuka po MPC, ko moment prereza doseže vrednost M_{pl}

φ_{maks} – velikost zasuka realne konstrukcije pod vplivom plastične utrditve in lokalnega izbočenja, ko vrednost momenta, pade pod vrednost M_{pl} .

V primeru, ko je R_{razp} enaka nič, prerez lahko prevzame M_{pl} , vendar je ob nastanku plastičnega členka že toliko izbočen, da pri konstantni obtežbi naraščajo pomiki prek vseh meja.



Slika 3: Razpoložljiva rotacijska kapaciteta – R_{razp}

2.2.1. VPLIV RAZLIČNIH PARAMETROV NA VELIKOST

Vpliv različnih parametrov na velikost R_{razp} pri nosilcu iz slike 1 je obdelal in podal prof. U. Kuhlmann (2).

Na osnovi eksperimentov in numeričnega izračuna s posebej razvito programsko opremo, ki upošteva vpliv lokalnega izbočenja, je ugotovil vpliv treh bistvenih parametrov na R_{razp} za prosti nosilec iz slike 1 (glej diagram na sliki 3):

– Vitkost pasnice b/t

Velik vpliv na R_{razp} ima vitkost pasnic b/t. Pri najbolj vitki pasnici (b/t = 21) je R_{razp} enaka 1. Z manjšanjem vitkosti b/t pa se R_{razp} zelo povečuje.

– Togost stojine k_δ

Pri opazovanju vpliva stojine na R_{razp} je bilo ugotovljeno, da ima pomembnejši vpliv nanjo togost stojine (definirana z enačbo 2), kot pa vitkost d/s (višina prereza/debelini stojine).

$$k_\delta = \frac{G_t \cdot s^3}{3 \cdot (d - 2 \cdot t)} \tag{2}$$

$$G_t = \frac{2 \cdot G}{(1 + E/E_s) / (4 \cdot (1 + \nu))} \tag{3}$$

k_δ – togost stojine

G_t – strižni modul definiran z enačbo 3

E – elastični modul

E_s – modul plastične utrditve

G – strižni modul

ν – poissonov količnik

d – višina prereza

s – debelina stojine

b – širina pasnice

t – debelina pasnice

– Stopnja momentnega gradienta L/b

Pomemben vpliv na R_{razp} ima tudi razmerje L/b. Čim večja je dolžina nosilca glede na širino pasnice, tem manjša je R_{razp} .

2.3. STATIČNO NEDOLOČENE KONSTRUKCIJE

R_{razp} je definirana na statično določenem nosilcu (točka 2.2.). Pri statično določenih konstrukcijah postane konstrukcija nestabilna v trenutku, ko se pojavi prvi plastični členek (formira se kinematična veriga – ne pride do prerazporeditve upogibnih momentov) zaradi česar R_{razp} vpliva le na duktilnost, ne pa na nosilnost konstrukcije. Vsekakor pa mora prerez omogočiti razvoj plastičnega členka, kar omogoča minimalna $R_{razp} = 0$.

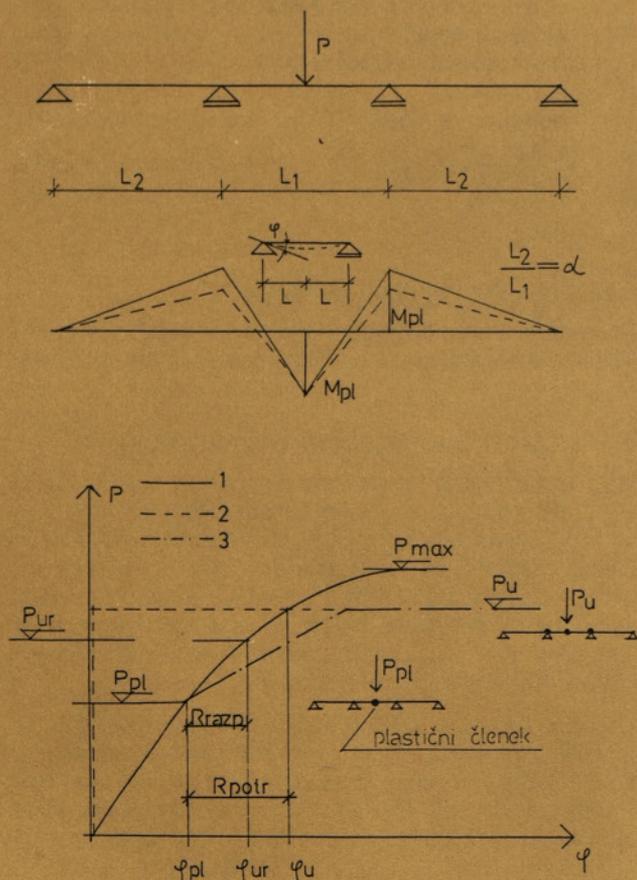
Drugače pa je pri statično nedoločenih konstrukcijah. Tu plastifikacija posameznih prerezov oziroma elementov konstrukcije povzroči prerazporeditev upogibnih momentov po konstrukciji. Posledica prerazporeditve upogibnih momentov je v končni fazi nastanek kinematične verige (MPC).

Pri računu mejne obtežbe z MPC ali z E-P analizo (npr.

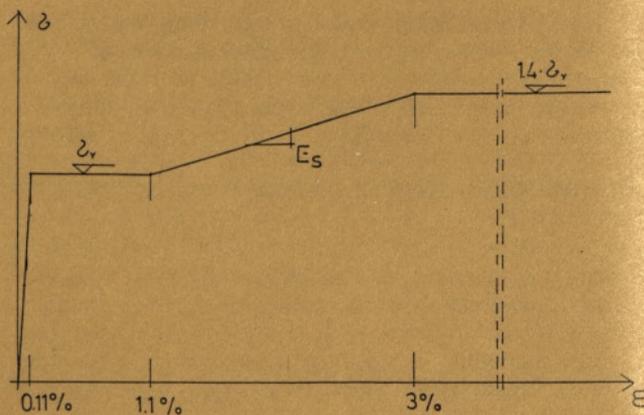
program NONFRAN (3) je upoštevana teorija linijskih konstrukcij, s katero ne moremo zajeti sočasnega vpliva izbočenja in plastifikacije prerezov. Zato izvršimo analizo tako, da ugotovimo najprej mejno obtežbo brez upoštevanja nevarnosti lokalnega izbočenja prerezov. Pri tej obtežbi lahko ugotovimo tudi velikost zasukov, ki rabijo kot mera za določitev potrebne rotacijske kapacitete (R_{potr}), ki omogoča postopno nastajanje plastičnih členkov do nastopa mejne obtežbe.

Definicija potrebne rotacijske kapacitete (R_{potr})

Obravnavamo neprekinjeni nosilec prek treh polj (slika 4). Z MPČ (brez utrditve) lahko ugotovimo silo P_{pl} pri nastopu prvega plastičnega členka in silo P_u pri nastanku kinematične verige (krivulji 2 in 3, slika 4). U. Kuhlmann (1) je določil R_{razp} le za prostoležeči nosilec. Takrat lahko pri znani geometriji prereza in dolžini nosilca odčitamo R_{razp} iz diagrama na sliki 3. S pomočjo enačbe 1 pa določimo maksimalni zasuk podpore. V primeru neprekinjenih nosilcev pa je postopek podoben, s tem da obravnavamo le del nosilca med točkami ničnih momentov (slika 4). Realnih vrednosti zasukov v točkah ničnih momentov z MPČ ne moremo ugotoviti. Zato moramo uporabiti E-P analizo z upoštevanjem plastične utrditve (slika 5). S tem se nosilnost poveča (krivulja 1, slika 4) na P_{maks} . Dobljena realna zasuka φ_{pl} pri P_{pl} in φ_u pri P_u omogočata račun R_{potr} .



Slika 4: Neprekinjeni nosilec



$$\sigma_v = 24 \frac{kN}{cm^2}$$

$$E = 21000 \frac{kN}{cm^2}$$

Slika 5: Računski napetostni diagram jekla

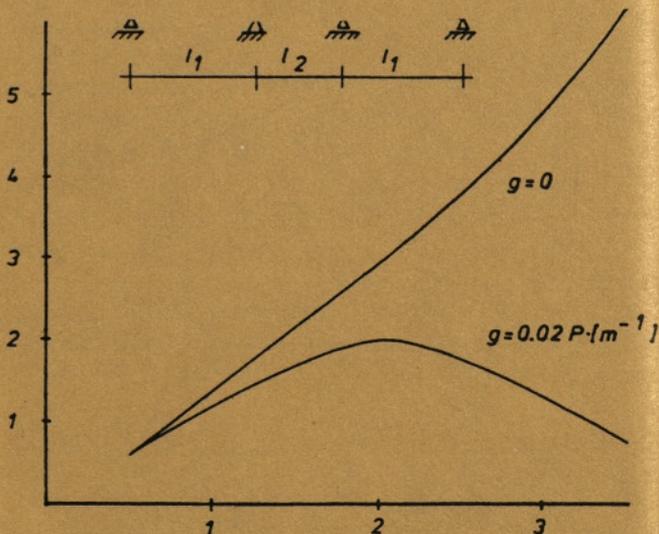
Nosilec prevzame mejno obtežbo P_u , če se lahko izvrši zasuk φ_u , ne da bi se nosilnost prereza zmanjšala pod M_{pl} . Tako lahko glede na navedeno definiramo R_{potr} (glej sliko 4).

$$R_{potr} = \frac{\varphi_u}{\varphi_{pl}} - 1 \tag{4}$$

Kolikor je R_{potr} vsaj enaka R_{razp} (slika 4), potem je mejna obtežba enaka P_u . Če pa je R_{razp} manjša od R_{potr} , lahko na podlagi znanih vrednosti φ_{pl} in R_{razp} določimo novi manjši φ_{ur} , ki ustreza manjši mejni obtežbi P_{ur} (glej sl. 4.).

$$\varphi_{ur} = (1 + R_{razp}) \cdot \varphi_{pl} \leq \varphi_u \tag{5}$$

Račun R_{potr} je sicer zahteven, vendar zelo koristen, ker



Slika 6: Potrebna rotacijska kapaciteta - R_{potr}

lahko za konstrukcije, ki se večkrat uporabljajo v praksi, pripravimo diagrame za R_{potr} . V literaturi (2) je obdelan neprekinjeni nosilec prek treh polj (slika 6). Iz slike je razvidno, da linijska obtežba bistveno vpliva na R_{potr} .

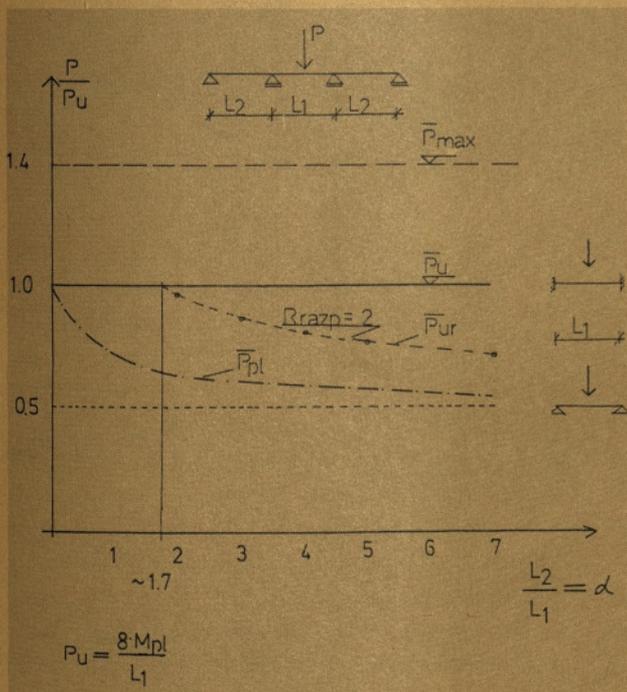
3.0. RAČUNSKI PRIMERI

V naslednjih razdelkih so prikazani rezultati računa R za kontinuirni nosilec in večetažni pomični okvir. Uporabili smo računalniški program NONFRAN, ki omogoča račun po MPČ in E-P analizi z utrditvijo in brez utrditve po TDR. Pri tem smo pri E-P analizi upoštevali napetostni diagram s plastično utrditvijo (slika 5).

Dobljeni rezultati za R_{potr} seveda niso vedno primerljivi z rezultati za R_{razp} iz slike 3, ki so bili dobljeni za prostoležeči nosilec. Vsekakor pa podajajo zelo pomembno informacijo o potrebni upogibni duktilnosti prerezov.

3.1. VPLIV R_{razp} NA NOSILNOST NEPREKINJENEGA NOSILCA PREK TREH POLJ

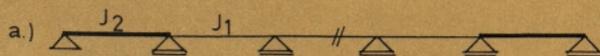
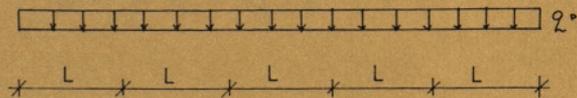
V točki 2.3 smo obravnavali nosilec iz slike 4. Če merimo zasuke v ničelnih točkah upogibnih momentov, lahko za določitev R_{razp} uporabimo diagram na sliki 3.



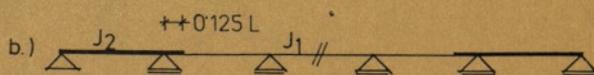
Slika 7: Mejna obtežba

Iz rezultatov na sliki 7 je razvidno naslednje:

– mejna obtežba P_{maks} (E-P analiza z utrditvijo) je za 40 % večja od mejne obtežbe P_u (MPČ). Obe obtežbi sta neodvisni od razmerja dolžin stranskih in srednjega polja;



$$M_{pl1} = \frac{q \cdot L^2}{16} ; \quad M_{pl2} = \frac{q \cdot L^2}{11} ; \quad R_{potr} = 2.18$$



$$R_{potr} = 1.10$$



$$J_2 = konst. ; \quad M_{pl2} = \frac{q \cdot L^2}{11.66} \quad R_{potr} = 0.67$$

Slika 8: Neprekinjeni nosilec prek več polj

– P_{pl} je obtežba, ki povzroči nastanek prvega plastičnega členka;
 – P_{ur} pa predstavlja mejno nosilnost pri $R_{razp} = 2$. Vidimo, da pri relativno krajših stranskih poljih ($\alpha \leq 1.7$) nosilnost ni manjša od P_u .

3.2. POTREBNA ROTACIJSKA KAPACITETA PRI NEPREKINJENIH NOSILCIH, OBREMENJENIH Z ZVEZNO OBTEŽBO

V praksi lahko neprekinjene nosilce, obremenjene z zvezno obtežbo (q), dimenzionirano tako, da upoštevamo prerezporeditev upogibnim momentom (MPČ). Pri tem notranja polja računamo na moment:

$$M \text{ prereza notranjega polja} = \frac{q \cdot L_2}{16}$$

Krajna polja pa moramo ojačiti tako, da prevzamejo moment:

$$M \text{ prereza krajnjega polja} = \frac{q \cdot L_2}{11}$$

Na sliki so prikazani različni primeri izvedbe takih nosilcev.

TOPLINA DOMA – RADOST ŽIVLJENJA



Naselje v bližini Züricha, ki ga je Inles opremil z »INOM« izdelki

Inles je tovarna stavbnega pohištva s tradicijo. Je eden največjih proizvajalcev oken in vrat v Jugoslaviji. Osnovni Inlesov proizvodni program predstavljajo okna, balkonska vrata in fiksne stene pod oznako »INOM«, ki so predmet naše predstavitve.

To so lesena okna, balkonska vrata in fiksne stene, ki se proizvajajo po najsoodobnejšem računalniško vodenem tehnološkem postopku, kar omogoča neomejeno svobodo projektantskega izbora oblike in dimenzije.

Velikost, način odpiranja in oblika oken po izbiri v sestavi daje poljubne želene kombinacije, ki prav tako nimajo omejitev. Osnovna oblika je lahko krog, trikotnik ali kvadrat, iz njih je možno izpeljati glede na zahtevo naročnika npr. zašiljeno, zaobljeno, polkrožno okno...

V kombinacijah dobimo lahko vogalno okno, »bay window«, »bow window«... tipi oken, ki jih doslej v industrijski izdelavi pri nas nismo poznali. To so okna, ki jih »izberemo« po naročilu, pri tem pa nam računalniško vodena proizvodnja omogoča, da se odločimo lahko tako za velikoserijsko naročilo ali le za eno okno (cene in roki po dogovoru).

Dimenzije oken od najmanjšega enokrilnega pa do večkrilnih sestavljenih imajo velik razpon. Najmanjše 42 cm se povečuje lahko v rastru 1 cm do poljubne velikosti:

Nekaj lastnosti »INOM« sistema:

- lazurna obdelava v naravni barvi jelke ali smreke.
- dvojna pripora,
- toplotna prehodnost: $k = 2,4 \text{ W/m K}$,
- zvočna prepustnost: 25 dB.

Ker so okna lesena, zadovoljujejo najzahtevnejše evropske standarde protihrupne zaščite in se zato plasirajo na zahodno-evropskem trgu že nekaj let, v Nemčiji, Švici in Franciji (lanskoletni izvoz preko 20.000 oken).

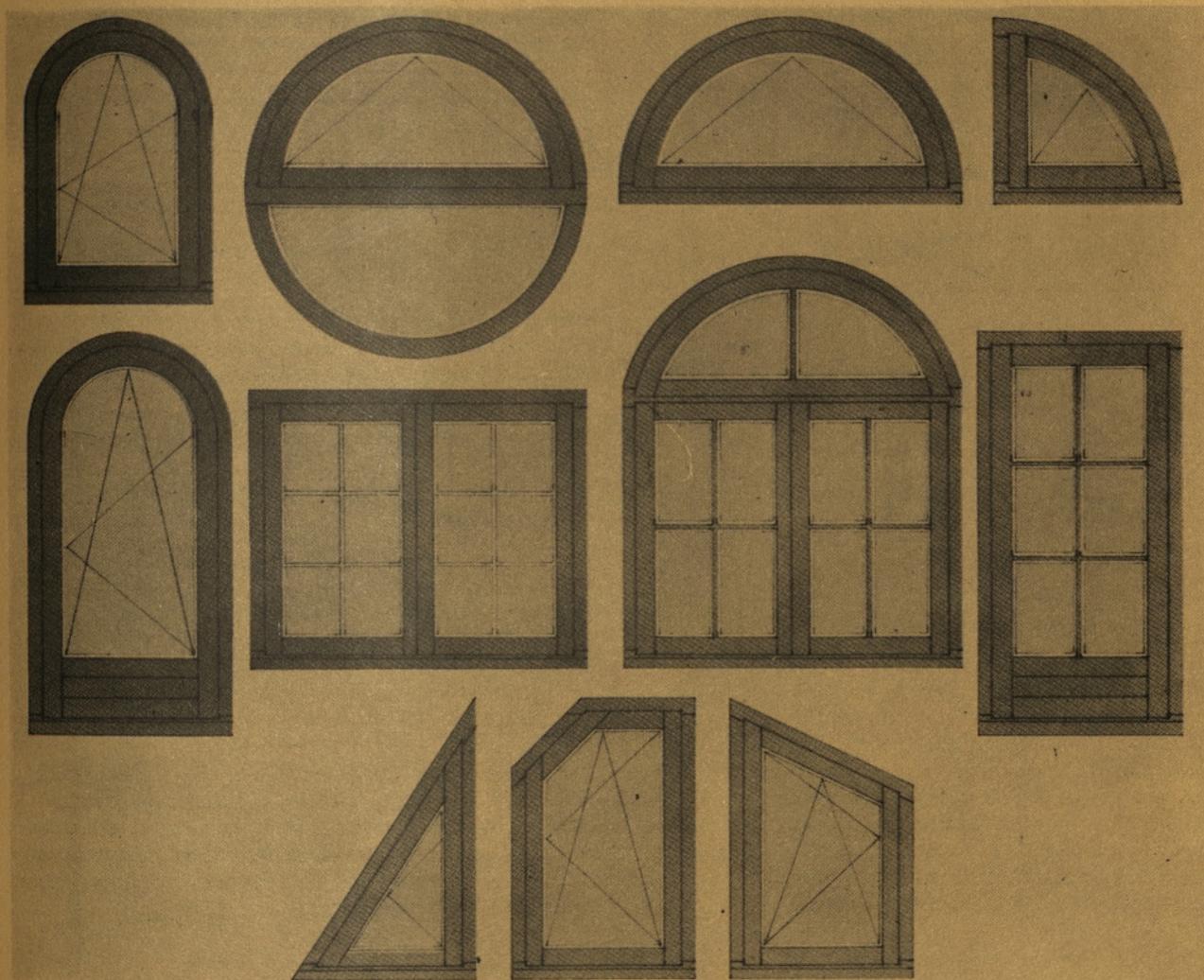
OKNA PO POSEBNIH NAROČILIH

Okna, balkonska vrata in zastekljene fiksne stene, lesene okrasne mreže (šprosnе) – vgrajene in montažne letve za

spajanje več oken ter oken in balkonskih vrat v nizu ali pod kotom:

- za novogradnjo ali za obstoječe stavbe
- za zamenjavo starih – dotrajanih oken
- za restavracijo hiš pod spomeniškim varstvom
- za zahtevnejše arhitektonske projekte in posege

INLES VAM PONUJA IZDELKE RAZNIH OBLIK, DIMENZIJ IN ZAHTEV, ki so predmet posebnih dogovorov in pogodb.



Industrija stavbnega pohištva

61310 Ribnica, Partizanska 3

telefon: (061) 861-411

telegram: Inles-Ribnica

telex: 31-262 inles YU

telex: (061) 861-603

NAŠA PRODAJNA SKLADIŠČA:

61310 Ribnica, Kolodvorska 22, tel. (061) 861-212

25260 Apatin, Sončanska bb., tel. (025) 772-041

22330 Nova Pazova, Lenjinova 103, tel. (022) 331-155

35230 Čuprija, Cara Lazara 92, tel. (035) 461-409

51213 Jurdani-Opatija, tel. (051) 741-330

18000 Niš, Mramorska bb., tel. (018) 65-335

55000 Slavovski Brod, Matošičeva bb., tel. (055) 231-026 in 241-510

55300 Slavonska Požega, Beogradska bb., tel. (055) 72-845, 73-323

56000 Vinkovci, Moše Pijade 101, tel. (056) 11-367

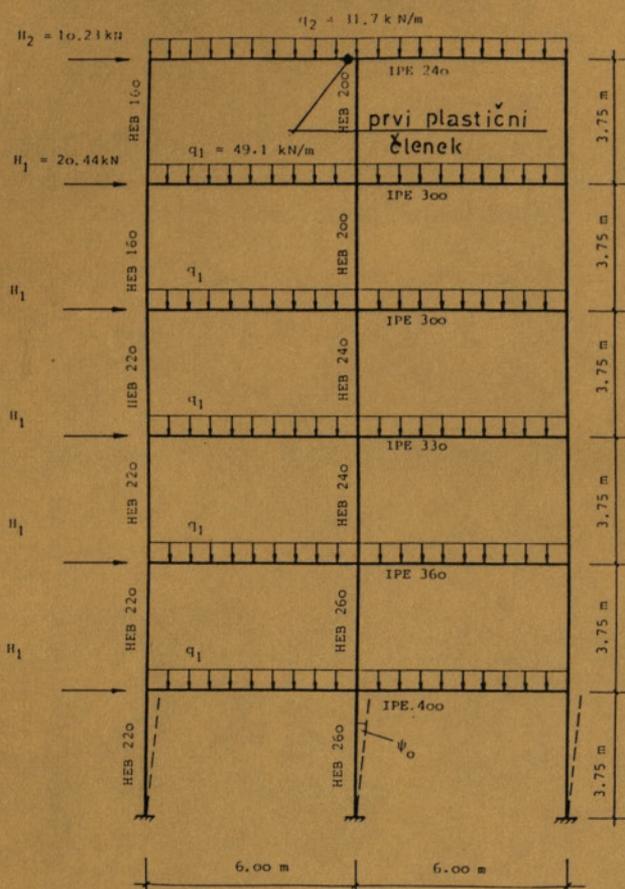
14220 Lazarevac, Janka Stajčića 50, tel. (011) 8123-217, 123-710

88000 Mostar, Bišće polje bb., tel. (088) 33-660, 33-662

NAŠA PREDSTAVNIŠTVA:

51213 Jurdani-Opatija, tel. (051) 741-330

71000 Sarajevo, Lenjinova 7b, tel. (071) 30-874

Slika 9: Večetažni okvir $\gamma = 1,0$

Ugotavljali smo predvsem nivo mejne obtežbe ter R_{potr} . Primera a) in b) z ojačenima krajnima poljema omogočata prevzem enake mejne obtežbe, medtem ko je R_{potr} v primeru a), ko ojačitev ne vodimo prek podpor, še enkrat večja kot v primeru b). Če ojačimo vsa polja enako (primer c), povečamo nosilnost le za 6%, zmanjšamo pa R_{potr} . Na žalost pa se poveča tudi teža nosilca.

3.3. ANALIZA VEČETAŽNEGA OKVIRA

Podobno smo analizirali tudi večetažni okvir, podan po ECCS (4), ki je prikazan na sliki 9. Pri določevanju nivoja obtežb, potrebnih za nastanek prvega plastičnega člena in porušnega mehanizma, smo uporabili MPCČ po teoriji drugega reda in po teoriji prvega reda brez utrditve. Rezultati so zbrani v preglednici 1.

Preglednica 1: Nosilnost okvira, izračunana po različnih metodah

	γ_{pl}	γ_{u-MPC}	γ_{E-P}	γ_{E-Pu}
TPR	0.754		1.212	1.325
TDR	0.750	1.111	1.120	1.188

γ_{pl} – obtežni faktor, pri katerem nastopi prvi plastični členek
 γ_{u-MPC} – mejni obtežni faktor, po MPCČ, brez interakcije moment-osna sila
 γ_{E-P} – mejni obtežni faktor po E-P analizi brez utrditve
 γ_{E-Pu} – mejni obtežni faktor po E-P analizi z utrditvijo

Plastična utrditev zelo malo prispeva k večji nosilnosti (le 6% v primerjavi z E-P analizo brez utrditve po TDR in 9%, če konstrukcijo obravnavamo po TPR).

Prvi plastični členek se pojavi v zgornji gredi na notranji strani tako ob upoštevanju TPR kot TDR. Računali smo R_{potr} tega elementa, ker vsebuje prvi plastični členek. R_{potr} je presenetljivo majhna, le 1.4, kljub veliki statični nedolocenosti konstrukcije.

Pri tem je treba omeniti, da pri pomičnih okvirih globalni zasuk elementa sestoji iz togega zasuka elementa in lokalnega zasuka elementa, kar je potrebno upoštevati pri računu R_{potr} , ki se nanaša le na lokalni zasuk.

4.0. SKLEP

Rotacijska kapaciteta prečnih prerezov lahko bistveno vpliva na nosilnost oziroma duktilnost konstrukcij. Iz navedenega je razvidno, da smo osvojili »natančen« račun R_{potr} , ki pa je za vsakdanjo prakso prezahteven. V bodoče je potrebno razviti računski postopek, ki bo omogočal enostavnejši račun (oceno) R_{potr} .

LITERATURA

1. EUROCODE 3, final draft.
2. U. Kuhlmann, Definition of Flange Slenderness Limits on the Basis of Rotation Capacity Values, Journal of constructional steel research, vol. 14. No. 1. 1989.
3. Banovec J., Perdan R., Program Nonfran za nelinearno analizo ravninskih okvirjev – Navodilo za uporabo, FAGG-KMKG, Ljubljana 1989.
4. Vogel U., Calibrating Frames, Stahlbau 10/1985.

ZMANJŠANJE ZVOČNE IZOLIRNOSTI MASIVNIH PREGRAD ZARADI NEUSTREZNEGA OBLAGANJA

UDK 699.844:624.07

MIHA RAMŠAK

POVZETEK

Članek obravnava nekatere primere, ko se zvočna izolirnost masivnih pregrad zaradi oblaganja zmanjša. Prikazano je, da je vzrok tako v neugodnem vplivu koincidence v dodanem sloju kakor tudi v neugodnem vplivu resonance nastalega večslojnega sistema. V nadaljevanju so prikazani načini, kako se je mogoče tem vplivom izogniti.

REDUCING SOUND INSULATION OF HEAVY PARTITIONS BY THE IMPROPER ADDING OF LAYERS

SUMMARY

Particular cases are treated when the sound insulation of heavy partition is reduced by the improper adding of layers. It is shown that in these cases the decrease of sound insulation of the partition is caused by the coincidence effect and the resonance of such multilayered partition. It's also shown how to avoid these effects.

1.0. UVOD

V praksi so pogosti primeri, ko se masivne pregrade v zgradbah (npr. betonske stene debeline 15 cm in več) zaradi različnih razlogov oblagajo z lažjimi sloji, npr. iz mavca, naplinjenega betona (siporeksa) in podobno. Oblaganje masivne pregrade lahko njeno zvočno izolirnost izboljša, lahko pa jo tudi poslabša. V tem članku je prikazan primer, ko se zvočna izolirnost masivne pregrade zaradi vpliva koincidence v dodanem sloju in resonance nastalega večslojnega sistema zmanjša, prikazani pa so tudi načini, kako se je mogoče tem vplivom izogniti.

2.0. KOINCIDENCA IN KRITIČNA FREKVENCA

Ravno zvočno valovanje, ki pade pod nekim kotom na pregrado, vzbudi v njej upogibno valovanje (slika 1). Hitrost lastnega upogibnega valovanja v pregradi se določi po enačbi:

$$c_b = (B/M)^{1/4} \cdot \omega^{1/2} \quad (1)$$

kjer pomenijo:

c_b – hitrost upogibnega valovanja v pregradi (m/s),
 B – upogibno togost na enoto širine pregrade (Nm),
 M – maso na enoto površine pregrade (kg/m^2),
 ω – krožno frekvenco (rad/s).

Sled na pregradi zaradi ravnega zvočnega valovanja, ki pade pod poljubnim kotom na pregrado, se določi po enačbi (slika 1):

$$\lambda_b^2 = \lambda^2 / \sin^2 \varphi \quad (2)$$

Avtor:
Miha Ramšak, dipl. inž. gradb., raziskovalni sodelavec,
ZRMK Ljubljana, Dimičeva 12

kjer pomenijo:

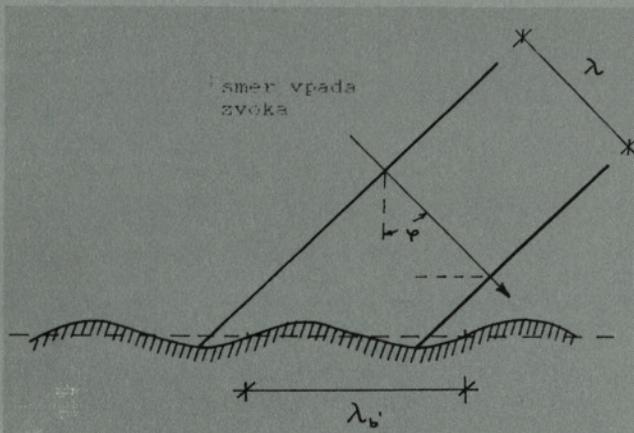
λ_b^* – valovno dolžino vzbujenega upogibnega valovanja v pregradi (m),

λ – valovno dolžino ravnega zvočnega valovanja (m)

φ – vpadni kot zvočnega valovanja na pregrado.

Koincidenca se pojavi v primeru, ko sled na pregradi sovпада z lastnim upogibnim valovanjem pregrade, oziroma ko velja pogoj $\lambda_b^* = \lambda_b$. Frekvenca zvoka, pri kateri se pojavi koincidenca, je koincidenčna frekvenca.

Zvočno valovanje na splošno ne pada na pregrado le pod enim vpadnim kotom, kakor je prikazano v navedenem primeru. Koincidenca se lahko torej pojavi pri frekvenci zvoka pri različnih vpadnih kotih zvoka na pregrado ali pa pri danem vpadnem kotu zvoka na pregrado pri različnih frekvencah zvoka. Iz navedenega izhaja, da je koincidenčnih frekvenc mnogo, med vsemi pa obstaja najnižja možna koincidenčna frekvenca, in sicer v primeru, ko ravno valovanje zvoka potuje vzporedno s pregrado oziroma ko je vpadni kot zvoka na pregrado enak $\varphi = 90^\circ$. Omenjena frekvenca se imenuje kritična frekvenca.



Slika 1. Sovpadanje (koincidenca) sledi zvočnega valovanja z lastnim upogibnim valovanjem pregrade

3.0. ZMANJŠANJE ZVOČNE IZOLIRNOSTI ENOSLOJNE PREGRADE ZARADI VPLIVA KOINCIDENCE

Pri koincidenči lastnega upogibnega valovanja v pregradi z zvokom, ki pade na pregrado, se amplitude upogibnega valovanja v pregradi povečajo, in sicer tem bolj, čim manjše je notranje dušenje v pregradi. Zaradi tega pregrada izraziteje seva zvok v prostor na nasprotni strani pregrade, kar pa pomeni, da se prepustnost pregrade za zvok pri koincidenči močno poveča.

Frekvenčno območje, v katerem želimo zagotoviti največjo zvočno izolirnost pregrade, je približno med 50 Hz in 4000 Hz (po naših veljavnih predpisih med 100 Hz in 3150 Hz). Treba je torej zagotoviti, da bo kritična frekvenca pregrade nad merodajnim frekvenčnim območjem, ker še posebej velja za lažje pregrade oziroma sloje pregrad. Pri masivnejših pregradah (npr. betonskih pregradah debeline 15 cm) imamo namreč kritično frekvenco pod merodajnim območjem, tako da je celo obravnavano frekvenčno območje nad kritično frekvenco pregrade.

Večja zvočna izolirnost pregrade je v takem primeru zagotovljena z veliko maso na enoto površine pregrade.

Nekaj značilnih primerov lažjih pregrad z zelo neugodno kritično frekvenco v merodajnem frekvenčnem območju je prikazanih v naslednji preglednici:

Vrsta obloge	Debelina obloge (cm)	Kritična frekvenca (Hz)
votličasta opečna plošča	6	270 do 450
napljinjeni beton (siporeks)	10	370 do 450
mavčna plošča	6	400 do 500

4.0. REZONANCA IN REZONANČNA FREKVENCA

Kadar imamo opraviti s pregrado, ki jo sestavljata dva sloja, med katerima je medprostor, se taka pregrada pri vzbujanju z zvočnim valovanjem, katerega valovna dolžina je veliko večja od debeline celotne pregrade, obnaša kot nihajni sistem masa-vzmet-masa (slika 2).

Masi tega sistema pomenita masi na enoto površine posameznih slojev pregrad, vzmet pa pomeni medprostor med slojema, ki je lahko le zrak ali pa je napolnjen z mehkim materialom (npr. mineralno volno).

Opisani model ima resonančno frekvenco, ki jo za dvoslojno pregrado z zračnim medprostorom dobimo po enačbi:

$$f_0 = (1/2 \pi) ((\rho c^2/d) (m_1^{-1} + m_2^{-1}))^{1/2} \quad (3)$$

kjer pomenijo:

ρ – gostota zraka (kg/m^3),

c – hitrost zvoka v zraku (m/s),

d – širino medprostora (m),

m_1 – maso prvega sloja (kg/m^2),

m_2 – maso drugega sloja (kg/m^2).

Na frekvenčnem območju pod resonančno frekvenco pomeni zračni medprostor togo vzmet, zato niha celotna pregrada skladno kot enojna pregrada s povečano maso.

Pri resonančni frekvenci se zvočna izolirnost večslojne pregrade močno zmanjša. Koliko se zmanjša, je odvisno od notranjega dušenja pregrade.

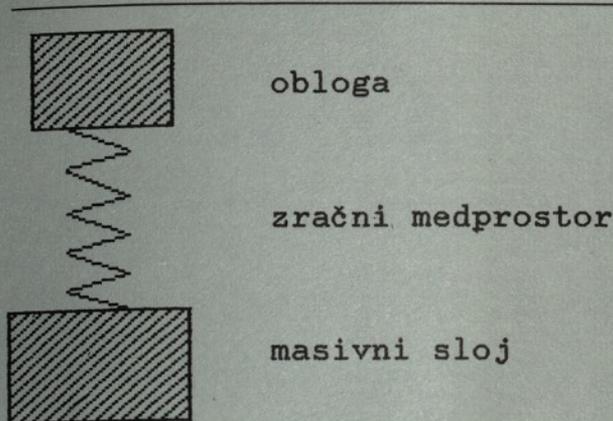
Nad resonančno frekvenco daje opisani model z naraščanjem frekvence zvoka vse manj natančne rezultate, kar lahko pripišemo vzbujenemu upogibnemu valovanju v posameznih slojih pregrade ter resonancam medprostora.

5.0. ZMANJŠANJE ZVOČNE IZOLIRNOSTI MASIVNIH PREGRAD PRI OBLAGANJU S SLOJI, KI IMAJO NEUGODNO KRITIČNO FREKVENCO

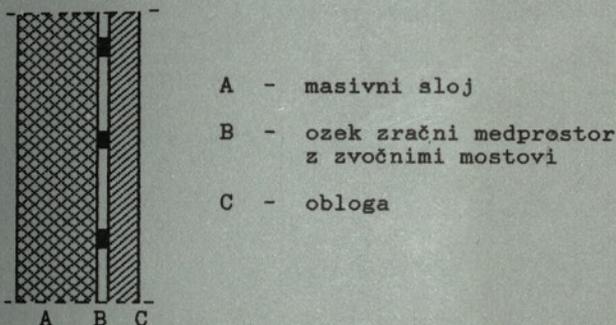
5.1. VPLIV KOINCIDENCE

Pri oblaganju masivnih pregrad, kot je na primer betonska stena debeline 15 ali 20 cm, s sloji, ki imajo neugodno kritično frekvenco, lahko pride do močnega zmanjšanja zvočne izolirnosti. Nekateri primeri takih slojev so omejeni v navedeni preglednici.

Oblaganje masivnih pregrad s takimi sloji ne povzroči v



Slika 2. Model za popis nihanja pregrade pri nižjih merodajnih frekvencah zvoka



Slika 3. Različica oblaganja masivne pregrade

vsakem primeru zmanjšanja zvočne izolirnosti pregrade. Da bi pri koincidenčnih frekvencah res prišlo do takega zmanjšanja, morata biti izpolnjena še dva pogoja:

- omogočeno mora biti prosto nihanje oziroma valovanje dodanega sloja, kar pomeni, da ni togo vezan po celi stični ploskvi na osnovni masivni del;
- poleg stika pri vpetju pregrade morajo obstajati še dodatni zvočni mostovi (točkovni ali pasovni) med sloji pregrade.

Opisani primer za enostransko oblaganje masivne pregrade je prikazan na sliki 3.

Nihanje masivnega dela pregrade na mestu vpetja ter predvsem na mestih zvočnih mostov vzbudi nihanje dodanega sloja na istih mestih, pri čemer je frekvenca nihanja v obeh primerih enaka. Zaradi takega vzbujanja nastanejo v dodanem sloju upogibni valovi, ki so najizrazitejši v primeru, ko je frekvenca vzbujanja enaka kritični frekvenci oziroma ostalim koincidenčnim frekvencam dodanega sloja. To pomeni, da se sevanje zvoka dodanega sloja v prostor v tem primeru močno poveča, s čimer se seveda poveča tudi zvočna prepustnost celotne pregrade.

Ker je zvočna izolirnost lastnost pregrade, ki ni odvisna od smeri prehoda zvoka skozi pregrado, velja tudi obratno. Zvočni valovi, ki padejo na dodani sloj pregrade, povzročijo najizrazitejše upogibno valovanje dodanega sloja pri kritični frekvenci oziroma koincidenčnih frekvencah tega sloja. Pri teh frekvencah zato pride zaradi vzbujanja masivnega dela prek vpetja in zvočnih mostov do pojačanega upogibnega valovanja in sevanja zvoka v prostor, s čimer se zvočna prepustnost pregrade poveča.

Del zvočne energije se prenese skozi pregrado prek

vmesnega prostora med slojema, pri čemer lahko pri kritični frekvenci in koincidenčnih frekvencah oba sloja obravnavamo ločeno. Ker se prepustnost dodanega sloja pri teh frekvencah poveča, je logično, da se s tem poveča zvočna prepustnost celotne pregrade. Pokaže pa se, da tak prehod zvoka v tem primeru ni tako pomemben kakor prehod prek vpetja in zvočnih mostov pregrade.

Do še dodatnega zmanjšanja zvočne izolirnosti pregrade glede na navedeni primer pride takrat, kadar obložimo masivno pregrado na opisani način obojestransko, s čimer dobimo simetrično razporeditev slojev. V tem primeru pride do ojačitve upogibnega valovanja v obeh dodanih slojih, kar povzroči omenjeno dodatno zmanjšanje zvočne izolirnosti celotne pregrade.

Primerjava krivulj odvisnosti zvočne izolirnosti od frekvence zvoka za enostransko in obojestransko oblaganje je prikazana v diagramu na sliki 4 (krivulji A in B). Rezultati so dobljeni s praktičnimi meritvami pregrade na zgradbi.

5.2. VPLIV RESONANCE

Poleg zmanjšanja zvočne izolirnosti obravnavanih pregrad zaradi vpliva koincidence dodanega sloja se v spodnjem delu merodajnega frekvenčnega območja pojavi še resonanca nihajnega sistema, ki ga sestavljajo masivni sloj, obloga ter medprostor med njima. Zaradi izredno ozkega medprostora med osnovnim in dodanim slojem (nekaj desetink milimetra) predstavlja ta dovolj togo vzmet, da je resonančna frekvenca takega nihajnega sistema že lahko v obravnavanem frekvenčnem območju.

Za koliko se pri resonančni frekvenci zmanjša zvočna izolirnost pregrade, je odvisno od notranjega dušenja pregrade. Večje je notranje dušenje pregrade, manjše je pri resonančni frekvenci zmanjšanje njene zvočne izolirnosti.

6.0. POTREBNI UKREPI PRI OBLAGANJU MASIVNIH PREGRAD S SLOJI, KI IMAJO NEUGODNO KRITIČNO FREKVENCO

Razlogi za oblaganje masivnih pregradnih sten v gradbeništvu so povsem praktični (npr. lažje nameščanje vodovodnih ter električnih instalacij po zgradbi ipd.). Zaradi tega se postavlja vprašanje, kaj storiti, da se zvočna izolirnost pregradnih sten zaradi tega ne bi zmanjšala. Odgovor na to vprašanje lahko dobimo v že opisanem mehanizmu prehoda zvoka skozi sestavljeno pregrado.

Ena možnost je, da onemogočimo dodanemu sloju prosto nihanje. To dosežemo tako, da dodani sloj po celotni površini togo zvežemo z masivnim slojem pregrade (ga prilepimo) ter s tem napravimo enoslojno pregrado, ki se obnaša podobno, kakor enoslojna masivna pregrada s povečano maso.

Druga možnost je ta, da odstranimo zvočne mostove med masivnim in dodanim slojem. Med masivni del ter dodani sloj namestimo mehkejši material (npr. mineralno volno debeline 1 cm). Pri taki izvedbi se seveda zvočnih mostov pri vpetju pregrade praktično ni mogoče znebiti. Pokaže pa se, da to bistveno ne vpliva na zvočno izolirnost pregrade, kar je razvidno iz krivulje C primerjalnega diagrama na sliki 4. Pri tej krivulji še vedno opazimo zmanjšanje izolirnosti v okolici kritične frekvence mavčne obloge debeline 6 cm, vendar je temu vzrok obojestransko

kjer pomenijo:

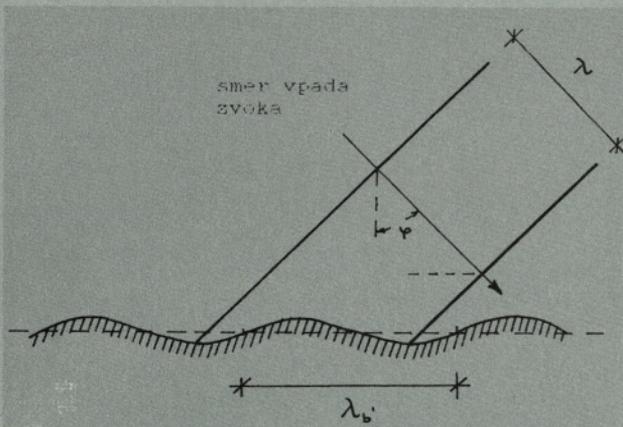
λ_b – valovno dolžino vzbujenega upogibnega valovanja v pregradi (m),

λ – valovno dolžino ravnega zvočnega valovanja (m)

φ – vpadni kot zvočnega valovanja na pregrado.

Koincidenca se pojavi v primeru, ko sled na pregradi sovпада z lastnim upogibnim valovanjem pregrade, oziroma ko velja pogoj $\lambda_b = \lambda$. Frekvenca zvoka, pri kateri se pojavi koincidenca, je koincidenčna frekvenca.

Zvočno valovanje na splošno ne pada na pregrado le pod enim vpadnim kotom, kakor je prikazano v navedenem primeru. Koincidenca se lahko torej pojavi pri frekvenci zvoka pri različnih vpadnih kotih zvoka na pregrado ali pa pri danem vpadnem kotu zvoka na pregrado pri različnih frekvencah zvoka. Iz navedenega izhaja, da je koincidenčnih frekvenc mnogo, med vsemi pa obstaja najnižja možna koincidenčna frekvenca, in sicer v primeru, ko ravno valovanje zvoka potuje vzporedno s pregrado oziroma ko je vpadni kot zvoka na pregrado enak $\varphi = 90^\circ$. Omenjena frekvenca se imenuje kritična frekvenca.



Slika 1. Sovpadanje (koincidenca) sledi zvočnega valovanja z lastnim upogibnim valovanjem pregrade

3.0. ZMANJŠANJE ZVOČNE IZOLIRNOSTI ENOSLOJNE PREGRADE ZARADI VPLIVA KOINCIDENCE

Pri koincidenči lastnega upogibnega valovanja v pregradi z zvokom, ki pade na pregrado, se amplitude upogibnega valovanja v pregradi povečajo, in sicer tem bolj, čim manjše je notranje dušenje v pregradi. Zaradi tega pregrada izraziteje seva zvok v prostor na nasprotni strani pregrade, kar pa pomeni, da se prepustnost pregrade za zvok pri koincidenči močno poveča.

Frekvenčno območje, v katerem želimo zagotoviti največjo zvočno izolirnost pregrade, je približno med 50 Hz in 4000 Hz (po naših veljavnih predpisih med 100 Hz in 3150 Hz). Treba je torej zagotoviti, da bo kritična frekvenca pregrade nad merodajnim frekvenčnim območjem, ker še posebej velja za lažje pregrade oziroma sloje pregrad. Pri masivnejših pregradah (npr. betonskih pregradah debeline 15 cm) imamo namreč kritično frekvenco pod merodajnim območjem, tako da je celo obravnavano frekvenčno območje nad kritično frekvenco pregrade.

Večja zvočna izolirnost pregrade je v takem primeru zagotovljena z veliko maso na enoto površine pregrade.

Nekaj značilnih primerov lažjih pregrad z zelo neugodno kritično frekvenco v merodajnem frekvenčnem območju je prikazanih v naslednji preglednici:

Vrsta obloge	Debelina obloge (cm)	Kritična frekvenca (Hz)
votličasta opečna plošča	6	270 do 450
napljinjeni beton (siporeks)	10	370 do 450
mavčna plošča	6	400 do 500

4.0. RESONANCA IN RESONANČNA FREKVENCA

Kadar imamo opraviti s pregrado, ki jo sestavljata dva sloja, med katerima je medprostor, se taka pregrada pri vzbujanju z zvočnim valovanjem, katerega valovna dolžina je veliko večja od debeline celotne pregrade, obnaša kot nihajni sistem masa-vzmet-masa (slika 2).

Masi tega sistema pomenita masi na enoto površine posameznih slojev pregrad, vzmet pa pomeni medprostor med slojema, ki je lahko le zrak ali pa je napolnjen z mehkim materialom (npr. mineralno volno).

Opisani model ima resonančno frekvenco, ki jo za dvislojno pregrado z zračnim medprostorom dobimo po enačbi:

$$f_0 = (1/2 \pi) ((\rho c^2/d) (m_1^{-1} + m_2^{-1}))^{1/2} \quad (3),$$

kjer pomenijo:

ρ – gostota zraka (kg/m^3),

c – hitrost zvoka v zraku (m/s),

d – širino medprostora (m),

m_1 – maso prvega sloja (kg/m^2),

m_2 – maso drugega sloja (kg/m^2).

Na frekvenčnem območju pod resonančno frekvenco pomeni zračni medprostor togo vzmet, zato niha celotna pregrada skladno kot enojna pregrada s povečano maso.

Pri resonančni frekvenci se zvočna izolirnost večslojne pregrade močno zmanjša. Koliko se zmanjša, je odvisno od notranjega dušenja pregrade.

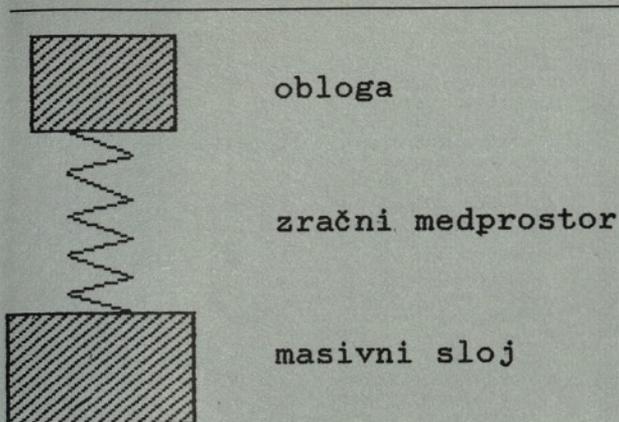
Nad resonančno frekvenco daje opisani model z naraščanjem frekvence zvoka vse manj natančne rezultate, kar lahko pripišemo vzbujenemu upogibnemu valovanju v posameznih slojih pregrade ter resonancam medprostora.

5.0. ZMANJŠANJE ZVOČNE IZOLIRNOSTI MASIVNIH PREGRAD PRI OBLAGANJU S SLOJI, KI IMAJO NEUGODNO KRITIČNO FREKVENCO

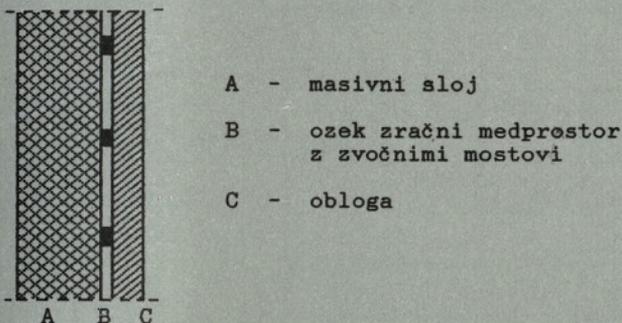
5.1. VPLIV KOINCIDENCE

Pri oblaganju masivnih pregrad, kot je na primer betonska stena debeline 15 ali 20 cm, s sloji, ki imajo neugodno kritično frekvenco, lahko pride do močnega zmanjšanja zvočne izolirnosti. Nekateri primeri takih slojev so omejeni v navedeni preglednici.

Oblaganje masivnih pregrad s takimi sloji ne povzroči v



Slika 2. Model za popis nihanja pregrade pri nižjih merodajnih frekvencah zvoka



Slika 3. Različica oblaganja masivne pregrade

vsakem primeru zmanjšanja zvočne izolirnosti pregrade. Da bi pri koincidenčnih frekvencah res prišlo do takega zmanjšanja, morata biti izpolnjena še dva pogoja:

- omogočeno mora biti prosto nihanje oziroma valovanje dodanega sloja, kar pomeni, da ni toga vezan po celi stični ploskvi na osnovni masivni del;
- poleg stika pri vpetju pregrade morajo obstajati še dodatni zvočni mostovi (točkovni ali pasovni) med sloji pregrade.

Opisani primer za enostransko oblaganje masivne pregrade je prikazan na sliki 3.

Nihanje masivnega dela pregrade na mestu vpetja ter predvsem na mestih zvočnih mostov vzbudi nihanje dodanega sloja na istih mestih, pri čemer je frekvenca nihanja v obeh primerih enaka. Zaradi takega vzbujanja nastanejo v dodanem sloju upogibni valovi, ki so najizrazitejši v primeru, ko je frekvenca vzbujanja enaka kritični frekvenci oziroma ostalim koincidenčnim frekvencam dodanega sloja. To pomeni, da se sevanje zvoka dodanega sloja v prostor v tem primeru močno poveča, s čimer se seveda poveča tudi zvočna prepustnost celotne pregrade.

Ker je zvočna izolirnost lastnost pregrade, ki ni odvisna od smeri prehoda zvoka skozi pregrado, velja tudi obratno. Zvočni valovi, ki padejo na dodani sloj pregrade, povzročijo najizrazitejše upogibno valovanje dodanega sloja pri kritični frekvenci oziroma koincidenčnih frekvencah tega sloja. Pri teh frekvencah zato pride zaradi vzbujanja masivnega dela prek vpetja in zvočnih mostov do pojačanega upogibnega valovanja in sevanja zvoka v prostor, s čimer se zvočna prepustnost pregrade poveča.

Del zvočne energije se prenese skozi pregrado prek

vmesnega prostora med slojema, pri čemer lahko pri kritični frekvenci in koincidenčnih frekvencah oba sloja obravnavamo ločeno. Ker se prepustnost dodanega sloja pri teh frekvencah poveča, je logično, da se s tem poveča zvočna prepustnost celotne pregrade. Pokaže pa se, da tak prehod zvoka v tem primeru ni tako pomemben kakor prehod prek vpetja in zvočnih mostov pregrade.

Do še dodatnega zmanjšanja zvočne izolirnosti pregrade glede na navedeni primer pride takrat, kadar obložimo masivno pregrado na opisani način obojestransko, s čimer dobimo simetrično razporeditev slojev. V tem primeru pride do ojačitve upogibnega valovanja v obeh dodanih slojih, kar povzroči omenjeno dodatno zmanjšanje zvočne izolirnosti celotne pregrade.

Primerjava krivulj odvisnosti zvočne izolirnosti od frekvence zvoka za enostransko in obojestransko oblaganje je prikazana v diagramu na sliki 4 (krivulji A in B). Rezultati so dobljeni s praktičnimi meritvami pregrade na zgradbi.

5.2. VPLIV RESONANCE

Poleg zmanjšanja zvočne izolirnosti obravnavanih pregrad zaradi vpliva koincidence dodanega sloja se v spodnjem delu merodajnega frekvenčnega območja pojavi še resonanca nihajnega sistema, ki ga sestavljajo masivni sloj, obloga ter medprostor med njima. Zaradi izredno ozkega medprostora med osnovnim in dodanim slojem (nekaj desetink milimetra) predstavlja ta dovolj togo vzmet, da je resonančna frekvenca takega nihajnega sistema že lahko v obravnavanem frekvenčnem območju.

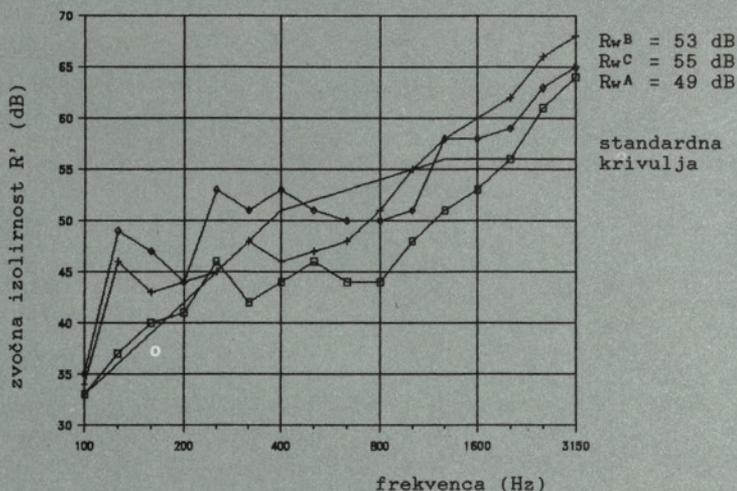
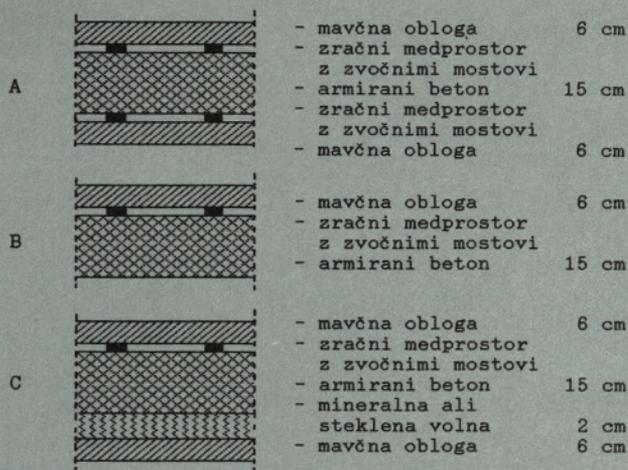
Za koliko se pri resonančni frekvenci zmanjša zvočna izolirnost pregrade, je odvisno od notranjega dušenja pregrade. Večje je notranje dušenje pregrade, manjše je pri resonančni frekvenci zmanjšanje njene zvočne izolirnosti.

6.0. POTREBNI UKREPI PRI OBLAGANJU MASIVNIH PREGRAD S SLOJI, KI IMAJO NEUGODNO KRITIČNO FREKVENCO

Razlogi za oblaganje masivnih pregradnih sten v gradbeništvu so povsem praktični (npr. lažje nameščanje vodovodnih ter električnih instalacij po zgradbi ipd.). Zaradi tega se postavlja vprašanje, kaj storiti, da se zvočna izolirnost pregradnih sten zaradi tega ne bi zmanjšala. Odgovor na to vprašanje lahko dobimo v že opisanem mehanizmu prehoda zvoka skozi sestavljeno pregrado.

Ena možnost je, da onemogočimo dodanemu sloju prosto nihanje. To dosežemo tako, da dodani sloj po celotni površini togo zvežemo z masivnim slojem pregrade (ga prilepimo) ter s tem napravimo enoslojno pregrado, ki se obnaša podobno, kakor enoslojna masivna pregrada s povečano maso.

Druga možnost je ta, da odstranimo zvočne mostove med masivnim in dodanim slojem. Med masivni del ter dodani sloj namestimo mehkejši material (npr. mineralno volno debeline 1 cm). Pri taki izvedbi se seveda zvočnih mostov pri vpetju pregrade praktično ni mogoče znebiti. Pokaže pa se, da to bistveno ne vpliva na zvočno izolirnost pregrade, kar je razvidno iz krivulje C primerjalnega diagrama na sliki 4. Pri tej krivulji še vedno opazimo zmanjšanje izolirnosti v okolici kritične frekvence mavčne obloge debeline 6 cm, vendar je temu vzrok obojestransko



Slika 4. Krivulje zvočne izolirnosti masivne stene pri različnih vrstah obloganja

oblaganje masivne pregrade, pri čemer je opisani postopek izveden le na eni strani pregrade.

Pokazalo se je, da je za praktično uporabo primernejša druga različica. Ker so amplitude nihanja oziroma upogibnega valovanja zelo majhne, je potrebno izredno malo prostora med masivnim in dodanim slojem, da drugi sloj že lahko prosto niha. Poleg tega, kakor smo že omenili, pride pri zelo majhnih debelinah medprostora (nekaj desetink milimetra) do nihanja sistema obloga-medprostor-osnovni sloj (masa-vzmet-masa), ki ima resonančno frekvenco v spodnjem delu frekvenčnega območja, ki je merodajen (v območju med 100 in 500 Hz).

Absolutne povezave na stični ploskvi med osnovnim in dodanim slojem ter popolne zapolnitve praznih medprostorov ni lahko zagotoviti. To potrjujejo tudi meritve. Primerjali smo rezultate meritev zvočne izolirnosti betonske stene debeline 15 cm, obojestransko obložene z mavčno oblogo debeline 6 cm (krivulja A), z različico enake sestave, pri čemer naj bi bila mavčna obloga na eni strani lepljena po celi stični ploskvi na masivni sloj. Med merjenima različicama ni bila ugotovljena praktično nobena razlika. V obeh primerih se je zvočna izolirnost pregrade glede na stanje pred oblaganjem zmanjšala. Če pa je med masivni in dodani sloj vstavljena mehka plast (npr. 1 cm mineralne volne), se zvočna izolirnost pregrade glede na stanje pred oblaganjem ne zmanjša.

7.0. SKLEP

Pri oblaganju masivnih pregrad s sloji, ki imajo neugodno kritično frekvenco – pri čemer so ti sloji pasovno ali točkovno povezani z masivnim slojem pregrade – se zvočna izolirnost pregrad zmanjša. Najneugodnejši primer je pri obojestranskem oblaganju, tako da dobimo simetrično razporeditev slojev.

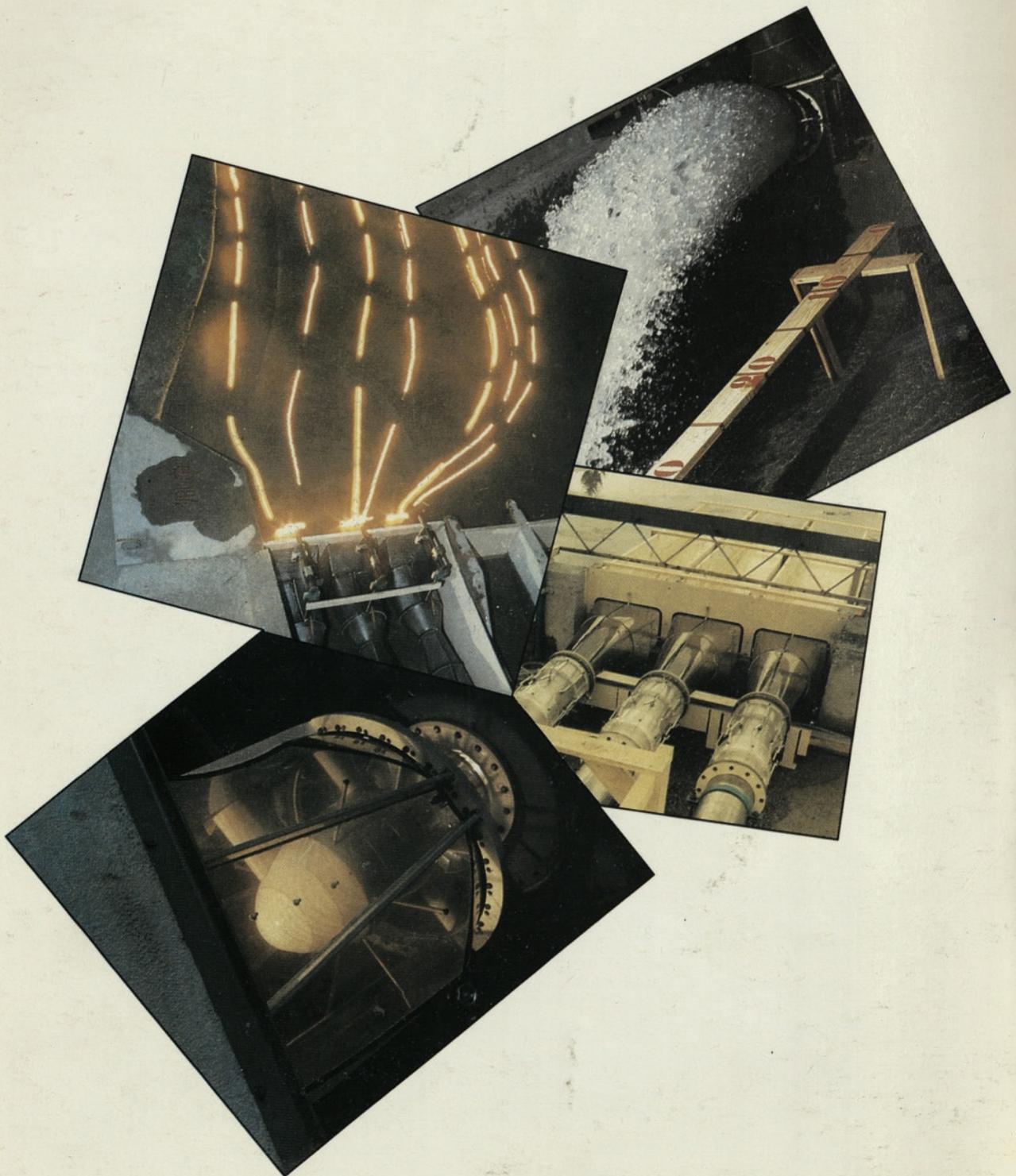
Pokaže se, da do omenjenega zmanjšanja zvočne izolirnosti pregrade ne pride, če se med osnovni masivni sloj in dodani sloj namesti mehkejši material (npr. mineralna voda) debeline najmanj 1 cm. S tem načinom so z izjemo vpetja pregrade odpravljeni zvočni mostovi, s čimer se zmanjša vpliv koincidence, hkrati pa se zaradi povečanja debeline medprostora med masivnim delom in oblogo resonančna frekvenca zniža na manj kot 100 Hz in torej ni več v frekvenčnem območju, ki nas zanima.

ZAHVALA

Izvedbo preiskav zvočne izolirnosti je omogočilo gradbeno podjetje SCT iz Ljubljane.



Vodnogospodarski inštitut
Water management institute



Vodogradbeni laboratorij
Hydraulic laboratory

