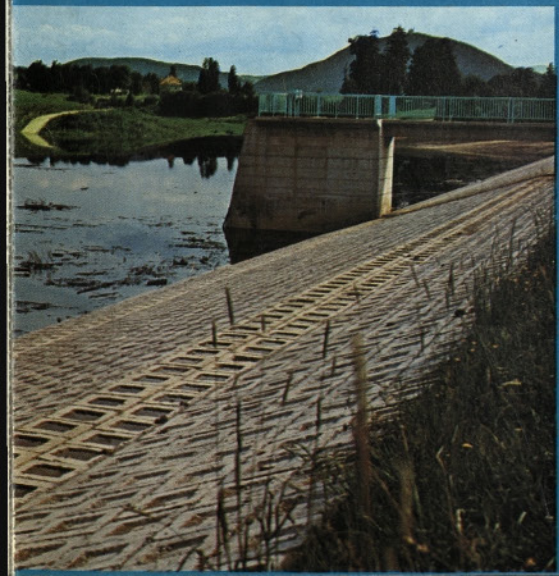
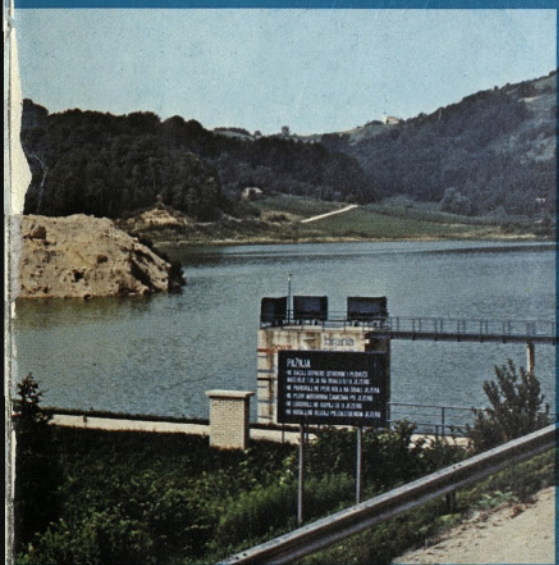


GRADBENI VESTNIK

1-2

PODJETJE ZA UREJANJE VODA NIVO CELJE
ZADRŽEVALNIKI NA OBMOČJU SAVINJA SOTLA



Proizvodni asortiment armiranobetonskih valjanih cevi

NIVO IZDELUJE DANES:

- Armiranobetonske valjane cevi dolžine 2,5 m, Ø 300, 400, 600, 800, 1000 in 1200 mm. Armatura je spiralna. Standardno se izdelujejo cevi z minimalno, srednjo in maksimalno armaturo. Razlika med temi tremi je v dolžini vzdolžnih palic in hodu spirale. Vzdolžne palice so 6, 8, 10 mm, spirala pa od 6,5 do 12,5 mm.

- Nearmirane cevi dolžine 2,5 m, Ø 300 in 400 mm.

- Nastavke revizijskih jaškov:

RJn 300/1000, RJn 400/1000,
RJn 600/1000, RJn 800/1000,
RJn 1000/1000, RJn 1200/1000,
RJn 300/1200, RJn 400/1200,
RJn 600/1200, RJn 800/1200,
RJn 1200/1200.

- Odcepne kose (priključne kose):

P 300/300, P 400/300, P 600/300,
P 800/300, P 1000/300, P 1200/300,
P 400/400, P 600/400, P 800/400,
P 1000/400, P 1200/400, P 600/600,
P 800/600, P 1000/600, P 1200/600,
P 800/800, P 1000/800, P 1200/800,
P 1000/1000, P 1200/1000.

- Loke:

Cevni loki se izdelujejo v dveh variantah. Manjši od 30° in večji od 30° z natančnostjo ± 1°. Lomni kot je lahko poljuben in ga na 1° točnosti kupec lahko izbira. Izdelujejo se naslednji loki: LC 300, LC 400, LC 600, LC 800, LC 1000, LC 1200 – manjši od 30° in LC 300, LC 400, LC 600, LC 800, LC 1000, LC 1200 – večji od 30°.

- Kompletne jaške tipa NIVO z nastavkom in pokrovom po načrtu proizvajal-

ca z možnostjo uporabe in graditve nastavkov drugih proizvajalcev:

RJ 300/1000, RJ 400/1000, RJ 600/1000,
RJ 800/1000, RJ 1000/1000 in
RJ 1200/1000.

NAROČILO PROIZVODOV NIVO

- Projektant je pri uporabi proizvodov Nivoja veliko svobodnejši, saj ni omejen pri fazonskih kosih, saj le-te poljubno konstruira, projektira,

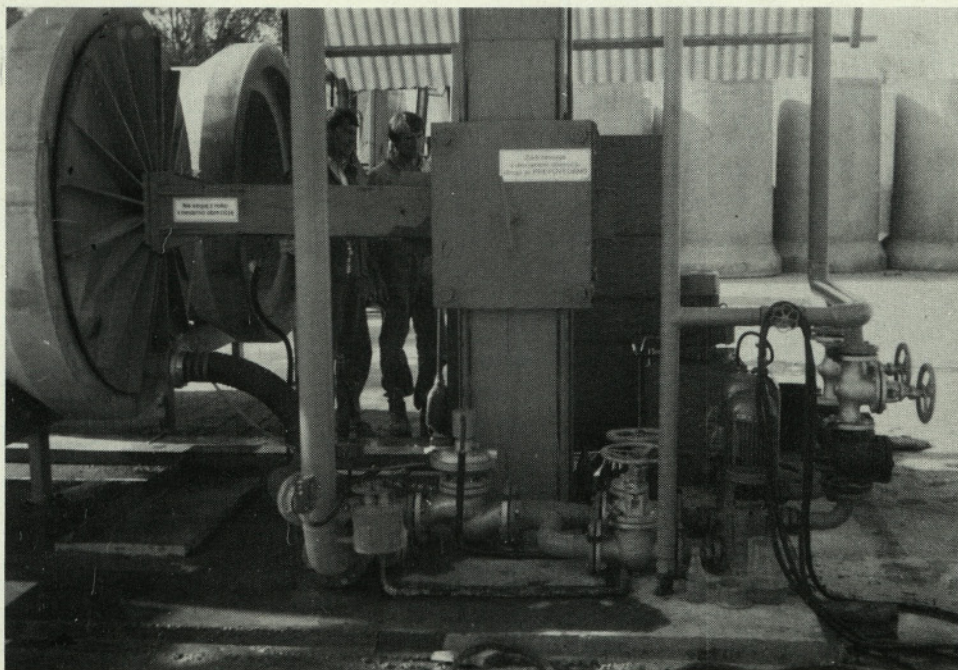
- osnova je projekt, natančen geodetski posnetek, ki proizvajalcu že zadostuje, da do vseh podrobnosti izdelata celoten sistem z vso potrebno galanterijo v obratu,

- projektant lahko kombinira različne materiale, saj je NIVO že tipiziral standardne priključke za priključevanje jeklenih, azbestnih in drugih cevi in fazonskih kosov,

- zahtevajte razpoložljivo strokovno literaturo in propagandni material.

Izdelana je posebna dokumentacija z naslovom Proizvodni program armiranobetonskih centrifugiranih valjanih cevi NIVO, ki ima tekstualni del in predstavlja pomoč pri hidravličnem in statičnem dimenzioniranju cevovodov, skladiščenju, transportu, polaganju in eksploataciji cevovodov. Prospekt ima tudi priložene vse detajle posameznih proizvodov z vsebinskim kazalom, izdelanim na pasu papirja, formata A5.

Vse podrobnejše informacije dobite pri strokovnjakih v naši delovni organizaciji.





GRADBENI VESTNIK

GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE
Št. 1-2 • LETNIK 34 • 1985 • YU ISSN 0017-2774

VSEBINA-CONTENTS

Clanki, študije, razprave
Articles, studies proceedings

Rado Planteu:

PODJETJE ZA UREJANJE VODA NIVO V SLUŽBI VODNEGA
GOSPODARSTVA 3

Matija Marinček:

VODNO GOSPODARSTVO OBMOČJA SAVINJA—SOTLA SE
VKLJUČUJE V NAČRT PRIDOBIVANJA HRANE ŽE OD SA-
MEGA ZAČETKA 5

Stane Petrič:

ZADRŽEVALNIKI NA POVODJU SAVINJE—SOTLE KOT OPTI-
MALNI VODNOGOSPODARSKI SISTEM 10

Katarina Jošt:

KAKOVOST VODE SE NA OBMOČJU CELJA VENDARLE
ZBOLJŠUJE 16

Matija Kavčič:

MALA HIDROELEKTRARNA 962 — REKONSTRUKCIJA CE-
VOVODA 19

Leonid Kregar:

SISTEM INDUSTRIJSKEGA VODOVODA CELJE 21

Janez Gale:

IZKUŠNJE PRI PROJEKTIRANJU IN IZVAJANJU NAPRAV ZA
PRIPRAVO PITNE IN TEHNOLOŠKE VODE 27

Niko Rožič, Marko Planinšek in Alojz Rovnan:

ARMIRANOBETONSKE CENTRIFUGIRANE VALJANE CEVI NIVO 30

Leonid Kregar, Marko Planinšek in Mitja Rismal:

DIMENZIONIRANJE KANALIZACIJE Z UPOŠTEVANJEM RETEN-
CIJE V KANALSKEM OMREŽJU 35

Glavni in odgovorni urednik: SERGEJ BUBNOV

Lektor: ALENKA RAIČ

Tehnični urednik: DUŠAN LAJOVIČ

Uredniški odbor: NEGOVAN BOŽIČ, VLADIMIR ČADEŽ, JOŽE ERZEN, IVAN JECELJ, ANDREJ KOMEL, STANE
PAVLIN, FRANC ČAČOVIČ, BRANKA ZATLER-ZUPANČIČ

Revija izdaja Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon 221 587. Tek. račun
pri SDK Ljubljana 50101-678-47602. Tiska tiskarna Tone Tomšič v Ljubljani. Revija izhaja mesečno. Letna naročnina sku-
paj s članarino znaša 300 din, za študente 90 din, za podjetja, zavode in ustanove 2000 din. Revija izhaja ob finančni pod-
pori Raziskovalne skupnosti Slovenije, Splošnega združenja gradbeništva in IGM Slovenije in Zavoda za raziskavo ma-
teriala in konstrukcij Ljubljana.

Podjetje za urejanje voda Nivo v službi vodnega gospodarstva

UDK 628.5

RADO PLANTEU

V sedemindvajsetih letih razvoja se je podjetje za urejanje voda NIVO Celje vseskozi prilagajalo potrebam in zahtevam vodnogospodarske politike, željam uporabnikov vode in načinu financiranja vodnega gospodarstva v Sloveniji.

Odločba Zavoda za vodno gospodarstvo SRS Ljubljana, z dne 26. 7. 1957, s katero je bilo ustanovljeno naše podjetje, in ukinitev sekcij za vodno upravo v letu 1959, sta omogočila koncentracijo hidrotehničnega kadra in opreme na porečju Savinje in Sotle pod eno streho. Vsa vodnogospodarska dejavnost se je tako združila v našem podjetju, tedaj imenovanem Vodna skupnost SAVINJA-SOTLA. Dvestočlanski kolektiv je izvajal v glavnem vzdrževalna dela na vodotokih in manjše regulacijske posege, ki jih je financiral republiški vodni sklad. Vodstveni kader, predvsem pa direktor, dipl. inž. Srečko Cvahte, je kmalu uvidel, da se kljub veliki zagnanosti z golimi rokami ne da krotiti reke Savinje in njenih pritokov. Pridobil je enega od prvih doma izdelanih bagrov, nabavil kamione in drugo opremo, ustanovil projektivni oddelek. Tako organizirani smo lahko resno pričeli z regulacijskimi posegi na tistih odsekih vodotokov, ki so leta 1954 povzročili na našem področju katastrofalno poplavo. Izvajali smo regulacijo Pake v Šoštanj, Bolske v Preboldu, razbremenilnik Ložnice na Polzeli in s pomočjo Hidrotehnika Zagreb regulacijo Savinje skozi Celje, končali pa smo tudi začete melioracijske sisteme Ložnice, Žepine in Imena. Vse večje zahteve industrije po varovanju obratov pred vodno stihijo so pripeljale do prostovoljnega dodatnega zbiranja vodnega prispevka. V skladu s tako postavljenimi dodatnimi nalogami se je morala krepiti tudi gradbena operativa, ki je postala v vseh pogledih močnejša od ostalih vodnih skupnosti.

Zakon o vodah, sprejet v letu 1964, je predvidel delno reorganizacijo in preimenovanje podjetja v Splošno vodno skupnost SAVINJA-SOTLA. Vodni sklad in njegova strokovna služba, Zavod za vodno gospodarstvo SRS, nista v popolnosti zadovoljila potrebe območja. Prav zato smo skupaj z uporabniki ustanovili po hidrografskih območjih tako imenovane hidrosisteme.

Uporabniki vode so dodatno zbirali finančna sredstva pri našem podjetju na podlagi vodnih odškodnin za točne, v naprej dogovorjene programe. Upravljanje hidrosistemov je potekalo z neposred-

nim dogovarjanjem med uporabniki in izvajalci na skupščinah, kar je bilo za tiste čase nekaj posebnega in se je izkazalo kot izredno učinkovito. Kot dokaz za to so grajeni objekti — celjsko vodno vozlišče s Šmartinskim jezerom, regulacija Savinje v Nazarju, regulacija desnega brega Savinje v Laškem, vodovodi v Velenju in Kozjanskem. Bogate izkušnje, pridobljene pri teh delih, so nam omogočile uveljavljanje zunaj našega območja. Tako smo med drugim opravili veliko dela na hidroelektrarni Srednja Drava II.

Posebno ponosni smo, da smo sprejetje zakona o vodah v letu 1974 pričakali dobro organizacijsko pripravljene in lahko prvi v Sloveniji ponudili dobro samoupravno organiziranost vodnega gospodarstva, ki smo jo tudi v praksi uspešno izvedli.

Poglobljene samoupravne odnose smo vnesli tudi v hidrosisteme, jih vsebinsko dopolnili in uskladili z zakonom in tako edini v Sloveniji ustanovili temeljne vodne skupnosti. V tem obdobju je upravljanje in gospodarjenje z vodami, zbiranje finančnih sredstev in planiranje prešlo od podjetja na samoupravno interesno skupnost Območno vodno skupnost SAVINJA-SOTLA, izvajalske funkcije pa so ostale v podjetju, ki se je preimenovalo v Podjetje za urejanje voda NIVO Celje. Z organiziranjem temeljnih organizacij združenega dela pa je bila omogočena tudi čistejša delitev med vodnogospodarsko dejavnostjo in ostalo gradbeniško dejavnostjo v podjetju.

Birokratska togost, ki se je vedno bolj krepila v interesni skupnosti, je prisilila podjetje, da je svoj umski in finančni kapital usmeril v dejavnosti, ki posredno rešujejo vedno težje vodnogospodarske probleme. Zgradili smo vodno separacijo gramoza v Žalcu in nato še sodoben obrat za izdelavo armiranobetonskih centrifugiranih cevi in betonske galanterije. Razširitev projektive z enoto v Ljubljani, ustanovitev kovinsko-montažnih obratov in razvoj lastne tehnologije za čiščenje vseh vrst vod je omogočila uspešno izvedbo in obratovanje teh naprav v Titovem Užicu, Gostivaru, Valjevu, Omišu, Beogradu in drugod. Dodatno smo se usposobili za gradnjo večjih zemeljskih pregrad in uspešno zgradili pregrade Vonarje, Tratna, Trnava, Loče. Navedena dejavnost in zgrajeni objekti so nas dokončno uveljavili na vsem jugoslovanskem prostoru.

Osnovo organiziranosti delovne organizacije smo postavili v letu 1974 in jo sproti prilagajali potrebam delovnega procesa in samoupravnega razvoja. Danes sestavljajo podjetje za urejanje voda NIVO Celje naslednje organizacije:

Avtor:

Rado Planteu, dipl. inž. gradb., glavni direktor, Nivo Celje, Na zelenici 14, Celje

tozd vodno gospodarstvo Celje, ki je organiziran za opravljanje dejavnosti splošnega družbenega pomena na področju vodnega gospodarstva za porečje Savinje in Sotle;

tozd vodne in nizke gradnje Celje, specializiran za operativno dejavnost na področju hidrotehničnih objektov in nizkih gradenj, z dislociranim obratom proizvodnja gradbenega materiala v Vrbju pri Žalcu, operativno enoto v Ljubljani in enoto za inženiring čistilnih naprav za pitno in tehnološko vodo v Ljubljani;

tozd projektinženiring Ljubljana, organiziran za projektiranje in študijsko raziskovalno delo v vodnem gospodarstvu in delovna skupnost skupnih služb v Celju z marketing izpostavo v Beogradu.

V vseh obdobjih razvoja smo posebno pozornost posvečali vzgoji lastnega strokovnega kadra na vseh nivojih.

Pri reševanju vseh problemov v vodarstvu zastopamo načelo interdisciplinarnosti hidrotehnikov, hidrologov, biologov, kemikov, statikov in ekonomistov, kar prinaša dobre rešitve. Z namenom, da obogatimo lastno znanje in izdelamo zastavljene naloge po zadnjih znanstvenih dognanjih, že vrsto let sodelujemo s strokovnjaki univerze Edvard Kardelj Ljubljana — FAGG — oddelek za zdravstveno hidrotehniko (čiščenje odpadne vode), inšti-

tutom za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo (statika), Vodnogospodarskim inštitutom Slovenije iz Ljubljane (modelne raziskave, prodonosnost), SVIZ sliva Save iz Zagreba (urejanje vodnogospodarskih sistemov na Sotli), Hydroprojektom iz Brna ČSSR (vrečasti jezovi, splošna hidrotehnika) in Geološkim zavodom Ljubljana (hidrogeološke raziskave) in Zavodom za raziskavo materialov in konstrukcij Ljubljana.

Zadnji dve leti »strokovnjaki« za vodno gospodarstvo intenzivno iščejo formulo za »uničenje« vodnogospodarskih organizacij združenega dela. Vendar naš petstopetdesetčlanski kolektiv jasno ve, kaj nam nalaga zakon o vodah iz leta 1981, kaj družbeni dogovori in samoupravni sporazumi o varstvu vode ter vrsta ekoloških peticij. Prav gotovo tudi vemo, kaj družba pričakuje od nas na področju osuševanja in namakanja zemljišč (zeleni plan), na področju varovanja kakovosti vode in kaj na področju prenosa znanja in storitev na tuje tržišče. Prav gotovo imamo zelo dobro podlago v mladih strokovnjakih, v posebno izdelani tehnologiji dela, v izkušenih operativcih, da bomo skupaj z ostalimi vodnogospodarskimi organizacijami, inštituti in univerzo našli tisto optimalno pot, ki bo delavcem našega podjetja zagotavljala ustrezen dohodek, vsem nam pa zadostne količine čiste in zdrave površinske, podzemne in talne vode.

nihi medstav in planirano preloži od podjetja na strokovno inženirsko skupnost SAVINJA-SOTLA, izvajala funkcije pa so ostale v podjetju, ki se je preimenovalo v Vodno inženirsko podjetje za urejanje vode NIVO Celje. Z organiziranjem temeljnih organizacijskih inženirskih del pa je bila omogočena tudi čista in zdrava pitna voda. V gospodarstvu dejavnostjo in ostalo gradbeniško dejavnostjo v podjetju.

Brokarska togor, ki se je vodno bolj krepila v bližnji skupnosti, je priložila podjetje, da je svoj umski in finančni kapital namenil v dejavnost, ki postopno stujejo vodno leto vodnogospodarske probleme. Zaradi samo vodno gospodarstva v Žalcu in nato še zadoben ostan za izdelavo samostojnih inženirskih centriranih cevi in betonске gradnje. Razširitev projektive z enoto v Ljubljani, ustanovitve kovinsko-montažnih obratov in razvoj lastne tehnologije za čiščenje vseh vrst vod je omogočila uspešno izvedbo in obratovanje teh naprav v Titovem Ulcu, Gospivar, Veljavci, Ondra, hoo-grad in drugod. Dodatno smo se sposobili za gradnjo vodnih kmetijskih pregled in uspešno krepiti programe Vinarje, Trnava, Loba, Na-vedena dejavnost in zgradili objekti so nas do končne uveljavili na vsem jugoslovanskem prostoru.

Osnovo organiziranosti delovne organizacije smo postavili v letu 1974 in jo spet prilagodili potrebam delovnega procesa in strokovnega razvoja. Danes sestavljajo podjetje za urejanje vode NIVO Celje naslednje organizacije:

organizirani smo lahko cenno in finančno in postaji na tistih obsevih vodostojev, ki so leta 1984 povzročili na našem področju katastrofalno poglavo. Izvajali smo regulacijo Pava v Žalcu, Hoke v Trzinu, razporeditveni ločnice na Polje in s pomočjo Hidrotehniškega razporeditvenega zavoda Celje, končali pa smo tudi vseh desetih ločnic sistema ločnice, zapisa in linija. Vse večje razporeditvene industrije po varovanju obratov vodno stitijo so priložila do proizvodnega delovanja zbiranja vodnega prispevka. V skladu s tako postavljenimi dodatnimi nalogami se je mo-rale krepiti tudi gradbene operacije, ki je postala v vseh pogledih močnejša od ostalih vodnih skupnosti.

Nakon o vodah, sprejet v letu 1984, je predvidel delno reorganizacijo in preimenovalje podjetja v splošno vodno skupnost SAVINJA-SOTLA. Vodni sklad in njegova strokovna služba, Zavod za vodno gospodarstvo SRS, sta v popolnosti zadovoljila potrebne obseve. Trava tako smo skupaj z upravljanjem nastanili po hidrogeoloških obsevih tako imenovane hidrološke.

Uporabljali vode so dodatno zbirali finančne sredstva pri našem podjetju na podlagi vodnih obse-rov in za točen v naprej dogovorjene programe. Upravljanje hidroloških je postalo z neposred-

Arno:
Rado Planar, dal. del. gradb. glavni inženir, Nivo
Celje, inženir M. Celje

Vodno gospodarstvo območja Savinja-Sotla se vključuje v načrt pridobivanja hrane že od samega začetka

UDK 628.37

MATIJA MARINČEK

1. UVOD

1.1. Pomen zelenega plana

Hrana ima tako po svetovnih kot tudi po domačih merilih vse večji pomen. Je ena osnovnih dobrin, ki omogoča življenje in razvoj človeštva.

Z naraščanjem prebivalstva se potrebe po hrani večajo. Na gospodarskem in političnem področju dobiva strateški pomen.

Poleg naporov, da bi dosegli čim večjo donosnost zemljišč, ki se že intenzivno izkoriščajo za kmetijstvo, je potrebno tudi usposabljanje sedaj neproduktivnih zemljišč. Urbanizacija, industrializacija in razvoj infrastrukture, ki so nujne spremljevalke gospodarskega razvoja, zahtevajo nova zemljišča. Tako je v preteklem obdobju spremenilo samo v Sloveniji namen ca. 2000 ha zemljišč na leto. Za graditev so se uporabljala tudi najboljša kmetijska zemljišča, saj je bila ponavadi tu graditev najcenejša. To izgubo je potrebno vsekakor nadomestiti. Pojem »zeleni plan« se je pojavil v srednjeročnem obdobju 1981—1985, ki se pravkar izteka. V gospodarskih planih je bil dan poseben poudarek razvoju kmetijstva, tako tudi usposabljanju zamočvirjenih zemljišč za kmetijsko proizvodnjo. Konkretnejše pa so se vsaj ponekod in za nekatere kulture pojavile tudi zahteve po namakanju zemljišč.

Vendar pa to srednjeročno obdobje ni bilo prvo, ampak že drugo, v katerem je bil načrtovan organiziran pristop k osuševanju zemljišč oziroma melioriranju zemljišč nasploh. Dela pa so se na našem območju izvajala tudi že prej.

1.2. Predstavitev območja OVS Savinja-Sotla

Območje obsega povodje Savinje ter zgornji in srednji tok reke Sotle. Oba vodotoka sta leva pritoka Save. Savinja se izliva v Savo pri Zidanem mostu, Sotla pa pri Jesenicah blizu Bregane. Sotla je na celotnem odseku mejna reka med Hrvaško in Slovenijo.

Naše območje pokriva teritorij šestih občin: celjske, laške, mozirske, šentjurske, šmarske, velenjske in žalske občine, poleg tega pa še manjši del občine Slovenske Konjice. Dve občini, celjska in velenjska, sta industrijsko močno razviti, ostale občine, razen laške, pa so še vedno pretežno kmetijske,

kljub pospešeni industrializaciji v preteklem obdobju. Občini Šentjur in Šmarje sta v celoti manj razviti, občini Laško in Mozirje pa delno. Uporabniki in izvajalec vodnogospodarske dejavnosti podjetje Nivo Celje se združujejo v Območno vodno skupnost Savinja-Sotla, ki se združuje v Zvezo vodnih skupnosti Slovenije. V posameznih občinah obstajajo temeljne vodne skupnosti.

V vsaki občini je tudi kmetijska zemljiška skupnost, le-te se združujejo v Zvezo zemljiških skupnosti Slovenije. Na našem območju opravljajo kmetijsko dejavnost naslednje delovne organizacije: Hmezad Žalec, ki teritorialno pokriva žalsko, celjsko in šmarsko občino. Šentjursko občino pokriva kmetijski kombinat Šentjur. V občini Mozirje združuje kmetijsko dejavnost Zgornja savinjska kmetijska zadruga, v velenjski občini deluje ERA Velenje, tozdr kmetijstvo, v laški občini pa Kmetijska zadruga Laško. Vse kmetijske organizacije so odgovorne tako za »lastno« proizvodnjo (proizvodnja na družbenih zemljiščih) kot tudi za »kooperacijsko« proizvodnjo zasebnih kmetov kooperantov.

1.3. Sedanji delež območja v slovenskem zelenem planu

V iztekajočem srednjeročnem obdobju 1981—1985 je predvideno, da se usposobi v Sloveniji 15.000 ha zamočvirjenih zemljišč. Naše območje je vključeno v tem planu s 1500 ha zamočvirjenih zemljišč, ki bi se osušila. Poleg tega je bilo predvideno namakanje 200 ha zemljišč. Torej je naše območje vključeno s ca. 10 %, kar je malo glede na to, da ima na tem področju bogato tradicijo, po drugi strani pa veliko glede na pomanjkanje sredstev za urejanje vodotokov — osnovnih odvodnikov, ki pa je potrebno skoraj povsod, kjer se predvideva osušitev zemljišč. Zato obstaja bojazen, da tudi tega plana ne bo mogoče v celoti uresničiti, vendar o tem kaj več v naslednjih poglavjih.

2. OPIS PRETEKLE DEJAVNOSTI

Na našem območju so začeli z melioracijskimi deli v večjem obsegu že kmalu po vojni. Osnovno iniciativo so imeli vodarji, čeprav so objekti namenjeni kmetijski dejavnosti. To iniciativo so obdržali do danes.

Ves čas do danes lahko razdelimo na naslednja obdobja:

- obdobje od osvoboditve do leta 1975
- srednjeročno obdobje 1976—1980

c) sedanje srednjeročno obdobje z »zelenim planom« 1981—1985.

a) Kmalu po letu 1945 je pod okriljem Glavne uprave za vodno gospodarstvo Ljubljana, ki je imela področno izpostavo v Celju, delovalo Podjetje za melioracije Ljubljana s tehničnima bazama v Ljubljani in v Ptuj. Po delni decentralizaciji leta 1951 je bila na našem območju ustanovljena Vodna skupnost Ložnica Žalec. Ta je v letih 1954—1957 naročila pri Projektu nizke gradnje Ljubljana izdelavo tehnične dokumentacije za ureditev Ložnice v dolžini 9 km in njenih pritokov v dolžini 2 km ter odvodnih in melioracijskih jarkov v skupni dolžini ca. 18 km. Ložnica je s svojimi 108 km² prispevnih površin, delno pa tudi drugi vodotoki, občasno poplavljala ca. 3000 ha zemljišč od skupno 9000 ha kmetijskih zemljišč v Spodnji Savinjski dolini. Posledica tega je bila zamočvirjenost in zaglajenost teh zemljišč. Začeli so izvajati drenaže, tedaj še iz glinastih cevi.

Delno so uredili tudi nekatere vodotoke v Spodnji in Zgornji savinjski dolini ter okrog Celja. V Obsoletju pa prizadevanja, kot je že bilo omenjeno, niso rodila sadov. Do leta 1975 so bili na našem območju izvedeni ukrepi, ki so prikazani v preglednici 1.

Preglednica 1

Urejeni vodotoki in jarki (km)	Osušene površine			skupaj
	neposredno	posredno po ost. meliorac. ukrepih		
Ložnica	10,8			
in meliorac. j.	18,0	315	420	735
Lagvaj	0,8	40		40
Trnavca	3,7	182		182
Trebnik	1,6	50		50
Vzh. Ložnica	2,8		55	55
Bočni graben	0,4		55	55
Tesnica	0,2	19		19
Skupaj	38,3	606	530	1136

Poleg tega je bila položena drenažna mreža še ob Voglajni in Slomskem potoku na površini 38 ha, ob Sotli na površini 60 ha, ob Bistrici 15 ha, ob Paki pri Šmartnem 20 ha. Torej je bilo skupno osušenih v tem obdobju 1269 ha zemljišč in urejenih 38 km odvodnikov. Hmezad Žalec je že tudi v tem času občasno namakal del zemljišč, hmeljišča v Spodnji Savinjski dolini.

b) V letih 1975/76 je prišlo do delne reorganizacije vodnega gospodarstva. Naša delovna organizacija se je preimenovala v Podjetje za urejanje voda NIVO Celje. Z uporabniki se je združila v Območno vodno skupnost SAVINJA-SOTLA. Naša in druge območne vodne skupnosti pa so se povezale v Zvezo vodnih skupnosti Slovenije (ZVSS). Pri ZVSS je bil ustanovljen poseben Odbor za melioracije. Gospodaril je z delom prispevkov za spre-

membo namembnosti kmetijskih zemljišč. V tem obdobju so bile ustanovljene občinske zemljiške skupnosti, ki so se proti koncu tega obdobja združile v Zvezo kmetijskih zemljiških skupnosti Slovenije. Le-te so razpolagale z večjim delom omenjenih prispevkov. Ne glede na to je iniciativa pri melioracijskem urejanju zemljišč ostala pri vodarjih.

Odbor za melioracije ZVSS je pripravil načrt, po katerem bi morali v tem obdobju osušiti v Sloveniji 17 tisoč ha zemljišč. Prioriteto je imela severno-vzhodna Slovenija ter ostala manj razvita območja, med njimi tudi območje šentjurske in šmarske občine ter del območja laške in mozirske občine.

Sredstva odbora za melioracije se niso smela uporabiti za ureditev osnovne odvodnje, ampak le za ostale melioracijske ukrepe. To je začetek deljenega financiranja melioracijskega urejanja kmetijskih zemljišč, ki velja še danes in vsaj na našem območju začetek problemov, kako zagotoviti sredstva za osnovno odvodnjo. Ne glede na to je bila na našem območju načrtovana osušitev 3000 ha zemljišč. Pri tem smo računali, da bomo sredstva OVS, namenjena za ureditev osnovne odvodnje, okrepili z ugodnimi krediti Ljubljanske banke.

Po sporazumu o kreditiranju naložb v kmetijstvu v SRS v letih 1976—1980, sklenjenem aprila 1977, je bilo mogoče pridobiti ugodne kredite za urejanje osnovne odvodnje, z dobo odplačevanja 17 let in 3 % obrestni meri. Osnova za kredite so bila vrnjena sredstva federacije. Obseg predvidenih del na našem območju je prikazan v preglednici 2, prav tako tudi realizacija teh del.

Preglednica 2

KZS	Predvidene ureditve osnovni odvod/ostali mel. ukrepi		Urejeno osušene površine (v ha)
	(v km)	(v ha)	
Celje	3,1	314	127
Laško	1,7	65	—
Mozirje	1,7	370	31
Šentjur	7,3	610	105
Šmarje	9,2	612	97
Velenje	0,7	210	82
Žalec	3,3	744	935
Skupaj	27,0	2925	1377

Iz preglednice je razvidno, da je bil plan izpolnjen komaj za polovico. Osnovni vzrok je bil v tem, da kreditov za osnovne odvodnike nismo dobili. Načrtovano je bilo namreč, da bi ca. 70 % stroškov za ureditev 20 km odvodnikov pokrili s krediti, tako pa je morala zagotoviti vsa sredstva Območna vodna skupnost sama. Urejeno je bilo le ca. 9 km vodotokov.

c) V srednjeročnem obdobju 1981—1985, ki se pravkar izteka, ima v okviru »zelenega plana« za

pospešitev razvoja kmetijstva melioracijsko urejanje kmetijskih zemljišč spet pomembno vlogo. Poleg že vpeljanega vira sredstev, prispevkov za spremembo namembnosti zemljišč, je bilo s sporazumom sklenjeno dodatno zbiranje sredstev iz dohodka delovnih organizacij. Tako so se sredstva odbora za melioracije ZVSS, katerega vodstvo so prevzeli kmetijci, skoraj potrojila.

V okviru slovenskega plana, ki predvideva osušitev 15 tisoč ha zemljišč, pretežno na prioritethnih območjih Primorske in severnovzhodni Sloveniji, je naše območje udeleženo s 1500 ha. Plan in predvidena realizacija plana sta prikazana v preglednici 3.

Preglednica 3

KZS	Osnovni odvod (km)	Predvidene ureditve		Izvedene	
		osušitve (ha)	namakanje (ha)	osušitev (ha)	namakanje (ha)
Celje	6,4	271	0	271	0
Laško	0,9	80	0	65	0
Mozirje	0,9	140	0	0	0
Šentjur	6,1	249	0	189	0
Šmarje	13,4	432	0	330	0
Velenje	7,8	191	0	191	0
Žalec	7,1	352	200	386	0
Skupaj	42,6	1.715	200	1.432	0

Iz preglednice je razvidno, da bo plan osuševanja zemljišč izvršen ca. 80 %; osnovni vzrok je spet pomanjkanje sredstev za ureditev osnovnih odvodnikov.

3. SEDANJI PRISTOP IN PROBLEMATIKA

3.1. Sedanji pristop

Iz pregleda melioracijske dejavnosti na našem območju, ki pa je podobna dejavnosti na drugih območjih, lahko spoznamo, da daje dobre rezultate le celovit pristop pri urejanju kmetijskih zemljišč.

Osuševalni ukrepi morajo vsebovati naslednje:

a) ureditev osnovnih odvodnikov (vodotokov); le-ti so lahko osnovni povzročitelji zamočvirjenja zemljišč, urejeni pa predstavljajo osnovno ožilje odvodnega sistema melioracijskega območja;

b) ureditev odvodnih in melioracijskih jarkov, saj s tem omogočimo čim hitrejši odtok vod, ki pritekajo z obrobja. Jarki tudi odvajajo vodo, zbrano v drenažnih sistemih;

c) izravnavo zemljišč, zasip mikrodepresij, starih strug in rokavov. Že s temi ukrepi marsikdaj preprečimo zastajanje vode na površini in nastajanje kritičnih točk za strojno obdelavo. Pomembna je tudi odstranitev nepotrebne zarasti in panjev;

č) izvedba drenažne mreže povsod tam, kjer so tla pretežka in se voda ne more zadovoljivo odcejati v osnovne odvodnike in odvodne ter melioracijske

järke. Strojna obdelava, zlasti njivskih kultur, zahteva namreč sorazmerno velike zaokrožene površine čimbolj pravilnih oblik;

d) izvedbo krtičenja težjih del in podrahljanje lažjih tal, da se omogoči čim hitrejši odtok odvečne vode do drenaž oziroma odvodnih jarkov in vodotokov;

e) izvedbo začetnih aglomeracijskih ukrepov, če so potrebni. Predvsem je mišljeno apnenje in založno gnojenje zemljišč. Pred načrtovanjem in izvedbo drenažne mreže, krtičenja, podrahljanja in aglomeracijskih ukrepov so nujno potrebne podrobnejše pedohidrološke raziskave. Za ureditev osnovne odvodnje, odvodnih jarkov ter zasnovu ostalih melioracijskih ukrepov pa zadoščajo okvirne pedohidrološke raziskave;

f) izvedbo zložbe zemljišč. Ta je skoraj povsod potrebna, ker so zlasti zasebna zemljišča zelo razdrobljena. Zasebna zemljišča predstavljajo 70 do 90 % vseh kmetijskih zemljišč. Le zaokrožena zemljišča večjih površin in pravilnejših oblik, to velja zlasti pri njivskih kulturah, omogočajo ekonomično strojno obdelavo, ki je ena temeljnih pogojev za intenzivno kmetijsko proizvodnjo;

g) izvedba dovoznih in poljskih cest, ki je potrebna zaradi nove oblikovanosti površin in težnje po čim hitrejšem spravilu pridelkov.

Na našem območju ni bilo, razen redkih izjem (delno namakanje hmelja v spodnji Savinjski dolini), večjih pristopov k namakanju. Vsekakor pa se predvsem pri hmelju (delno tudi pri drugih kulturah) ter na prepustnejših tleh spodnje Savinjske doline kažejo tudi potrebe po namakanju, zlasti v poletnih mesecih vegetacijske dobe. Delno pa se bo pojavila potreba po osušitvi zemljišč tudi v Obsotelju, saj je količina padavin v vegetacijski dobi tu manjša in prevladuje že subpanonsko podnebje.

Namakanje se izvede praviloma na zemljiščih, kjer je že vpeljana intenzivna kmetijska proizvodnja. Namakanje postane gospodarno šele pri večji stopnji obdelave zemljišč, saj na našem območju podnebje ni tako, da bi bil primankljaj vlage v tleh osnovni omejitveni faktor.

Namakalni ukrepi morajo vsebovati sledeče:

a) zagotovitev zadostnih količin vode za namakanje v sušnih mesecih. Na našem območju, kjer imajo vodotoki hudourniški značaj in je razmerje med visokimi in srednjimi vodami tudi več stokratno, je skoraj edina možnost zagotavljanja vode z zadrževalniki, ki so praviloma večnamenski, da so bolj ekonomični;

b) dovod vode — bodisi po naravnih vodotokih bodisi po umetnih strugah oziroma cevovodih do namakalnega območja;

c) izvedba detajlne namakalne mreže.

Pomembna je pravočasna ustanovitev melioracijskih skupnosti na območjih, kjer so vključeni zasebniki — kooperanti, torej skoraj v večini primerov.

Ker so po ureditvi vodotokov praviloma potrebni tudi novi mostovi, bi morale v večji meri sodelovati občinske komunalne skupnosti.

Že več kot desetletje poudarjajo predvsem vodarji pomen rednega vzdrževanja melioracijskih sistemov. Pri tem je mišljeno redno vzdrževanje odvodnih in melioracijskih jarkov, čiščenje drenaž (predvsem izlivk), vzdrževanje poljskih cest. Le tako je možno ohraniti kakovost melioracijskih objektov in zagotoviti potrebno dobo trajanja.

Pomembna je študijsko-raziskovalna dejavnost, ki mora imeti trajen, nekampanjski značaj, da se sproti in v daljšem časovnem obdobju preverja ustreznost tehničnih rešitev ter dajejo napotki za izboljšanje. To pa je tudi osnova za pripravo tehničnih standardov, ki jih na tem področju še nimamo.

3.2. Problemi, ki se še vedno pojavljajo

Največji problemi, vsaj na našem območju, so posledica neustreznega financiranja.

Sredstev za same hidromelioracije je sorazmerno dovolj, saj so viri (prispevki za spremembo namembnosti zemljišča) sorazmerno stalni in strogo namensko določeni. Večina sredstev — 60—70 % — so sredstva odbora za melioracije, ki se dodelijo kot dotacija, 20—30 % je posojil, 10 % pa je lastna udeležba investitorjev, kmetijcev.

Sredstva območne vodne skupnosti, s katerimi bi financirali tudi osnovno odvodnjo melioracijskih kompleksov, pa so skromna in namenjena tudi za drugo vodnogospodarsko dejavnost.

Na našem območju sta finančno močni le celjska in velenjska občina z močno razvito industrijo in manjšim interesom za urejanje kmetijskih zemljišč ter večjim za varovanje urbanih zemljišč, oskrbo z vodo in reševanje komunalnih problemov. Delež sredstev, ki se solidarno preliva na območja manj razvitih, bolj kmetijsko usmerjenih občin, pa ne zadošča za urejanje osnovne odvodnje melioracijskih sistemov.

Posledice tega stanja so naslednje:

— kmetijske organizacije naročajo izdelavo tehnične dokumentacije za melioracije, preden območna skupnost zagotovi sredstva za načrtovanje osnovne odvodnje. Načrtovanje tako ni usklajeno, še slabše, večkrat je postavljeno na glavo;

— ker osnovna odvodnja ni urejena, želijo kmetijske organizacije urejati predvsem manjša območja, pristop je parcialen. To pa še bolj otežkoča načrtovanje, ureditev, vzdrževanje osnovne odvodnje, saj nesistematično urejanje odvodnikov na krajših odsekih praviloma ne da zaželenih učinkov;

— še večje neskladje nastane pri sami izgradnji melioracijskih sistemov. Osnovni odvodniki se zaradi slabega dotoka sredstev urejajo tudi 2 do 5 let. Sredstva za melioracije pa pridobijo kmetijske organizacije skoraj v celoti že v prvem letu izgradnje;

— zaradi počasnega napredovanja del, ki daje slabše finančne učinke tako izvajalcu del kot celotni skupnosti, hočejo kmetijske organizacije eksploatirati zemljišča, ko še niso v celoti usposobljena. Tako mora izvajalec izvajati dela zunaj vegetacijske dobe, to je v času, ki je praviloma neugoden za graditev, kmetijska proizvodnja pa na pol urejenih zemljiščih ni učinkovita;

— zaradi neusklajenega delovanja obeh investitorjev izvedba del na osnovni odvodnji ni usklajena z ostalimi melioracijskimi deli. Večji problemi nastanejo že pri uporabi in transportu zemeljskih materialov;

— večkrat se zaradi časovne stiske preskakujejo posamezne faze tako predinvesticijske kot investicijske dejavnosti, poskuša se obiti ali preveč poenostaviti upravni postopek. Tako načrti včasih niso usklajeni z ostalimi uporabniki prostora;

— vzrok takšnega nenačrtnega pristopa so večkrat tudi ne dovolj strokovni pristopi investitorja, nerazumevanje za dejanske probleme in cilj, čim hitreje pridobiti sredstva, ki jih v pretežni meri ni potrebno vračati;

— posledica nenačrtnega pristopa so tudi manj strokovni projekti in izvedba del, kot bi lahko bili. Načrtneje bi lahko usposabljali kadre, zlasti še, če bi zagotovili permanentno študijsko raziskovalno dejavnost, ki bi jo izvajale za to usposobljene inštitucije: biotehniška fakulteta ali inštituti.

Težavo predstavljajo tudi še nerešeni tehnični problemi:

— dragi filtrski materiali. Apnenčasti materiali so neustrezni, zlasti če so drobljeni, saj se ob prisotnosti vode in ogljikovega dioksida premočno raztapljajo. Poizkusi z drugimi materiali: stiroporom ali glinoporom v preteklosti niso uspeli zaradi neobstoynosti ali pa prevelike cene. Tako so trenutno edino kakovostni filtrski materiali obstojni rečni proci ustrezne granulacije. Poleg velike cene samega materiala predstavljajo največji strošek transporti teh materialov, saj jih praviloma ni v bližini zemljišč, potrebnih melioriranja. Problem je tudi lokalni razvoz materiala zaradi velike teže. Drenaže v težjih in težkih tleh pa brez filtra niso dovolj učinkovite;

— negotovo delovanje kombiniranih sistemov drenažnih zbiralcev s sesalci ter problematična kontrola delovanja oziroma potrebno čiščenje;

— v proizvodne stroške še vedno ni vključeno tudi vzdrževanje melioracijskih objektov (jarki, drenaže, poljske poti), tako objekti prehitro propadejo in ne zdržijo ekonomične dobe trajanja.

4. BODOČE POTREBE

4.1. Površine, potrebne melioracijskih ukrepov

Kljub naporom v preteklih obdobjih in tudi izvedenim delom, ki so okvirno prikazana v 3. poglavju, je na našem območju še vedno ca. 7600 ha zemljišč, potrebnih osušitev. Poleg tega je samo v Spodnji Savinjski dolini vsaj 600 ha že intenzivno obdelanih zemljišč, ki so potrebna občasna namakanja.

Delež takih zemljišč pa bi se povečal (zlasti v Obsotelju) po osuševalnih ukrepih. Naj navedem samo nekatera večja območja, potrebna osušitve:

— obrobje Spodnje Savinjske doline, predvsem na levem bregu Ložnice ter ob Bolski in Konjščici,

— Zadrecka dolina ob Dreti,

— Zgornja Savinjska dolina, predvsem med Letušem in Ljubnem ter v dolini pritoka Lučnice,

— Obsotelje od Podčetrtka do Bistrice ob Sotli z izjemo manjšega že osušenega območja (Imensko polje). Tu bi se morali lotiti urejanja skupaj s Hrvati, da bi istočasno uredili zemljišča na obeh bregovih Sotle.

Na vseh navedenih območjih je treba urediti osnovno odvodnjo, pri tem pa upoštevati že zgrajene objekte (zadrževalniki, že urejeni odseki vodotokov) in ostale osuševalne ukrepe.

Območja, potrebna namakanja, so predvsem v Spodnji Savinjski dolini ob Bolski in Trnavi ter med Savinjo in Ložnico. Že v I. fazi bi bilo potrebno namakati ca. 600 ha površin, in sicer na območju, kjer je manj prepustna krovna naplavina najbolj tenka in voda hitro ponikne v prodni vodonosnik.

4.2. Tehnični pristop

a) Vseh površin v naslednjem petletnem srednjeročnem obdobju, verjetno pa tudi vse do leta 2000, ne bo mogoče urediti. Zato bi bilo potrebno pripraviti kakovosten srednjeročni in tudi dolgoročni plan, selektivni plan, ki bi bil zasnovan na kakovostnejših tehničnih podatkih, ki bi upoštevali celovit pristop, realne finančne možnosti ter operativne sposobnosti;

b) način financiranja bi moral biti enovit, saj le vsi, v točki 3.1. navedeni ukrepi dajo dobre rezul-

tate. Le enovito financiranje omogoča pravičen operativni pristop ter zmanjša čas gradnje;

c) glede na dosedanje izkušnje bi kazalo razdeliti melioracijsko urejanje, mišljeni so osuševalni ukrepi, v dve fazi:

— v I. fazi bi uredili osnovne odvodnike ter odvodne in melioracijske jarke ter izvedli izravnavo zemljišč ter pripravo obdelovalnih površin in dovoznih poti;

— v II. fazi, ki bi sledila po nekaj letih, bi na osnovi pedohidrološke analize, ki bi upoštevala že spremenjeno stanje zaradi ukrepov I. faze, predvideli po potrebi ostale melioracijske ukrepe, kot je izvedba drenaž, krtičenje, podrahljanje, gnojenje.

V sedANJI praksi opažamo, da talne razmere po izvedbenih ukrepih, ki so navedeni kot I. faza, marsikje niso več enake kot pred ukrepi, lahko so boljše ali pa tudi slabše. Tako rezultati predhodnih pedohidroloških raziskav včasih ne ustrezajo več, izvedba drenaž pa ni najbolj ekonomična.

č) najti bi morali finančno možnost, da bi se melioracijski sistemi začeli redno vzdrževati, če teh ukrepov ni mogoče vključiti v redne proizvodne stroške.

4. ZAKLJUČEK

Če pregledamo do sedaj izvedena dela in potrebe, ki so prikazane v vodnogospodarskih osnovah Savinje in Sotle, ki pa ne vključujejo vseh zemljišč, je stanje takšno (površine v ha).

Treba je omeniti, da so bili zgrajeni nekateri večnamenski zadrževalniki, ki naj bi se delno izkoriščali tudi kot viri vode za namakanje.

Preglednica 4. Podatki vodnogospodarskih osnov Savinje—Sotle

Povodje Savinje		Povodje Sotle	
osuševanje	namakanje	osuševanje	namakanje
potrebe	izvedeno	potrebe	izvedeno
8.700	3.580	11.000	400 + 200
2.000	670	1.400	—

Tu jih navajamo le poimensko: Šmartinsko jezero, Sotelsko jezero, Slivniško jezero, Žovneško jezero. Predvidena je tudi izgradnja še nekaterih zadrževalnikov, in sicer: Ločnica, Sevcnik, Hudinjca. Ti objekti vsaj posredno omogočajo pristop k namakanju. Že sedaj pa so v Spodnji Savinjski dolini instalirane naprave na ca. 400 ha zemljišč, v tem letu pa se pripravljajo še na 200 ha zemljišč. Treba bo še preveriti, ali sedanjí vodni viri zadostujejo ter predvideti dovod vode do namakalnih območij.

Menim, da članek lahko sklenem z naslednjimi ugotovitvami: Kljub spreminjajočim se interesom na-

še družbe v preteklosti je bila vseskozi ohranjena kontinuiteta pri melioracijskem urejanju kmetijskih zemljišč. Levji delež pri tem nosi vodno gospodarstvo. Vsaj v preteklosti je bilo tako, pravilno pa je, da se tudi kmetijci sami v večji meri vključijo v to dejavnost, saj je končni cilj vseh melioracijskih ukrepov povečati in izboljšati kmetijsko proizvodnjo. Povečano aktivnost je vsaj pri nekaterih kmetijskih zemljiških skupnostih in kmetijskih organizacijah že mogoče opaziti. Bolj smelo

pa se je potrebno lotiti tudi odprave slabosti. Predvsem bi morali doseči bolj celovit in bolj organiziran pristop pri urejanju melioracijskih območij, združeno nastopanje vseh kmetijskih organizacij na našem območju, doseči ugodnejši način financiranja (vključitev osnovnih odvodnikov), prizadevati si za zboljšanje tehničnih rešitev oziroma sprotno in trajno študijsko-raziskovalno spremljavo te dejavnosti. Vsaj na donosnih površinah bi morali uvesti tudi občasno namakanje.

Zadrževalniki na povodju Savinje-Sotle kot optimalni vodnogospodarski sistemi

UDK 627.8.05

STANE PETRIČ

1.0 UVOD

Hiter razvoj gospodarstva, urbanizacije ter izredno povečane potrebe po vodi za oskrbo, po hrani, po vodi za industrijo, hkrati pa vedno večje onesnaženje vode ter nujni ukrepi za načrtnejše gospodarjenje z vodo nam narekujejo večjo skrb za izgradnjo večnamenskih zadrževalnikov. Ti naj bi vsestransko pripomogli k optimalnemu gospodarjenju z razpoložljivo vodo, k odpravljanju škodljivih vplivov povodnji, k izboljšanju vode, k njeni čistosti. Ta skrb vodi tudi k ohranitvi in bogatenju življenja v vodi. Tu je treba poudariti še pomembno mesto za ustvaritev pogojev za razvoj turizma, športa in rekreacije. Zato morajo biti za nas zadrževalniki — pa najsi gre za objekte v splošni ali posebni rabi — ključni objekti. Le z izgradnjo zadrževalnikov bo možno ohraniti naravno in gospodarsko ravnotežje po vodi nasploh ter tako zavarovati človekovo okolje in oceniti njegovo kakovost.

2.0 POREČJE SAVINJA-SOTLA KOT OBMOČJE REKE SAVE

Porečje Savinje in Sotle je v slovenskem prostoru znano po številnih povodnjih, lahko rečemo katastrofah. Še svež je spomin na katastrofalno povodenj v Celju in njeni širši okolici leta 1954.

Povodnji je bilo izpostavljeno prav mesto Celje ter niže ležeči kraji, predvsem Laško. Vendar ni bila

to edina zabeležena povodenj takih razsežnosti.

V tem stoletju je bilo kar pet katastrof, in sicer leta 1901, 1926, 1933, 1954 in 1964. Manjše vodne ujme, ki so potem zalile nižje predele mesta in večino kleti, smo doživljali skoraj vsako drugo do tretje leto. Obsežna regulacija Savinje od Tremarja navzgor proti Celju, ki se je začela leta 1934 in se končala pri izlivu Ložnice leta 1960, takega stanja ni mogla izboljšati v polni meri. K temu so prispevali svoje ostali pritoki Savinje.

Celje z bližnjo okolico ima izredno neugodno hidrografsko lego. Na razmeroma kratkem odseku se v Savinjo, ki niže mesta skoraj pravokotno zavije proti jugu, izliva kar pet vodnatih potokov. Tako mesta ne ogroža samo naraščajoča Savinja, temveč tudi potoki Ložnica s Koprivnico z zahoda, Hudinja s severa ter Voglajna z vzhoda. Vsaka povodenj napravi večjo ali manjšo škodo, ki je številčno niti ne moremo natanko ovrednotiti. Škoda po znani katastrofi leta 1954 je bila ocenjena na območju tedanje občine Celje na 4 milijarde din, škoda iz leta 1964 pa na okrog 6 milijard din. Pogostost poplav v Celju je od 15. stoletja zgodovinsko dokazana, torej gre v preteklosti za pogoste ogromne izgube premoženja.

3.0 NAČINI VARSTVA PRED VISOKIMI VODAMI

Zaradi stalnih groženj pred povodnijo je bil že v prejšnjem desetletju kot manjši ukrep uporabljen način z zboljšanjem odtoka, z ureditvijo glavnih vodotokov: Savinje, Ložnice, Voglajne, Koprivnice, Hudinje.

Avtor:
Stane Petrič, dipl. inž. gradb., Nivo Celje, Stegenškova
15, Celje

Na samem urbanem območju je bila privzeta visoka stopnja varnosti. Ti varstveni ukrepi pa so pogosto vezani na posledice pospešenega odtoka.

— Sodobnejša in prav gotovo gospodarnejša metoda varovanja pred visokimi vodami je v zadrževanju vode ob nalivih z zgraditvijo dolinskih pregrad v hribovitih predelih vodnih tokov. Z zadrževanjem voda ob nalivih v akumulacijskih prostorih lahko bistveno zmanjšamo visoke vode dolvodno, pri čemer pa izrabimo še možnost, da v sušnem obdobju spuščamo vodo v vodotok glede na namen in količinske potrebe. To vodo iz zadrževalnika, ki jo spuščamo v vodotok ali po cevovodu do »praga«, uporabimo za industrijo, kmetijstvo ali kot pitno vodo.

— Tretji način v razvoju ukrepov za preprečitev škodljivega delovanja vode pri planiranju, projektiranju in izvajanju urejanja vodnega režima pa je kombinacija klasičnih regulacij odvodnikov ob vključitvi funkcije zadrževalnikov ob pravilni izbiri stopnje varnosti varovalnih območij, kar je že korak k optimalizaciji vodnega režima.

4.0 ZADRŽEVALNIKI NA OBMOČJU SAVINJA-SOTLA

4.1. Zasnova in vodnogospodarski programi

Območje, s katerim upravljamo v skladu z zakonom o vodah, nima velikih prostorov in možnosti za zadrževanje voda. Taka ugotovitev je bila zapisana ter strokovno obdelana v dokumentaciji iz leta 1960: »Okvirna vodnogospodarska osnova porečja Savinje (kasneje še porečja Sotle)«. (1) Predvidevanja iz te analize z vidika možnosti in potrebnih ukrepov je praksa v celoti potrdila! Danes je realizirano že nekaj tistih zadrževalnikov, ki so bili predvideni kot nujni in najbolj gospodarni.

Vsi republiški vodnogospodarski načrti so to območje obravnavali zelo skrbno prav iz naslednjih razlogov:

- varstvo pred škodljivim delovanjem vode,
- industrijska voda,
- kmetijska raba vode,
- perspektivna raba pitne vode.

Tako zastavljeni vodnogospodarski programi so bili iz omenjenih vzrokov tudi finančno podprti. Pri tem si je območje zadalo nalogo v vsakem srednjeročnem obdobju realizirati po en zadrževalnik ter vzporedno izvajati obsežna regulacijska dela s pripadajočimi vodnogospodarskimi objekti.

Tako načelo izhaja tudi iz predloga smernic, ki so podane v dokumentu Vodnogospodarske osnove Slovenije (2).

Pri nadaljnjem planiranju bo treba vsekakor to upoštevati, seveda ob novih pogojih gospodarjenja, načinu financiranja in zahtevah drugih udeležencev planiranja. Tu je treba poudariti aktivno vlogo Območne vodne skupnosti kot interesno skupnost

uporabnikov, ki skrbi za realizacijo tako zastavljenih finančnih načrtov.

4.2. Zgrajeni večnamenski zadrževalniki

Do sedaj zgrajeni zadrževalniki so že uspešno ustvarili pogoje za gospodarski razvoj posameznih delov območja. Lahko rečemo, da smo na širšem območju Celja, na povodju Savinje in Sotle, v tem pogledu doslej vložili ogromno truda ob izdatnem vlaganju denarja širše družbene skupnosti. Skladno z razvojnimi načrti občin v naši regiji so bili programirani in tudi večji del zgrajeni zadrževalniki vode kot ključni vodnogospodarski objekti!

Pregled in opis zgrajenih zadrževalnikov akumulacij s svojimi karakteristikami je podan v preglednici na strani 12.

Dodatno pojasnilo k posameznim zadrževalnikom:

1. Zadrževalnik — Šmartinsko jezero

Da so bile ukročene celjske vode, je bila v Ločah pri Celju, v dolini Koprivnice, zgrajena prva pregrada. Za pregradnim nasipom je nastalo jezero, ki ga danes pozna že marsikak tuji obiskovalec kot »Šmartinsko jezero«.

Površina: (pri norm. glad. obrat.) 113 ha,
Vsebina: (pri norm. glad. obrat.) $5,25 \times 10^6$ m³.
Funkcija: zadrževalnik visokih voda, perspektivno raba za industrijo, ribištvo, rekreacijo, šport.
Projektna dokumentacija: PNZ Ljubljana, SVS Savinja.

Vzdrževanje: PUV NIVO.

2. Zadrževalnik — Slivniško jezero

Na zgornjem toku reke Voglajne, na njenem pritoku Tratni, je bila zgrajena pregrada, druga po vrsti. V prostorskih dokumentih in v širši okolici pa pri ribičih je akumulacija znana kot »Slivniško jezero«. Poleg vodnega gospodarstva je v ta zadrževalnik vložila veliko naporov in denarja Železarna Štore.

Površina: 84 ha.

Vsebina: $2,5 \times 10^6$ m³.

Funkcija: zadrževalnik visokih voda, raba vode za industrijo Štor, ribištvo, rekreacijo, šport.
Projektna dokumentacija: Elektroprojekt Zagreb, PUV NIVO.

Vzdrževanje: PUV NIVO.

3. Zadrževalnik — Žovneško jezero

Iz dokaj obširnega programa večnamenskih zadrževalnikov smo na zahodu Celja, v dolini Trnave pod Dobrovljami, s skupnim vlaganjem kmetijstva in vodnega gospodarstva zgradili manjši zadrževalnik. Ta bi že danes omogočal namakanje vsaj 200 ha hmeljišč. Kmetijstvo tak namakalni program prav sedaj pripravlja, sicer pa izkorišča zadrževalnik za ribogojstvo. Lokacija pregrade je v neposredni bližini gradu Žovnek in od tod tudi ime Žovneško jezero.

GLAVNE KARAKTERISTIKE AKUMULACIJ /Tipi nasutih pregrad/	IME PREGRADE - IME ZADRŽEVALNIKA				
	LOČE Šmartinsko jezero	TRATNA Slivniško jezero	VONARJE Sotelsko jezero	TRNAVA Žovneško jezero	
PREGRADNI NASIP					
Kota krone pregrade	267.50	296.50	211.50	302.50	
Kota stalne zaježitve	265.40	293.70	207.50	300.20	
Kota maksimalne gladine	266.50	295.00	209.35	301.00	
Varnostna višina z nadvišanjem (m)	1.50	1.50	1.5	1.5	
Višina pregrade nad terenom (m)	15.00	14.50	12.00	9.75	
Gradbena višina, max. višina (m)	18.50	17.20	13.00	12.55	
Dolžina pregrade v kroni (m)	205.0	81.0	120.2	333.0	
Širina krone (m)	3.00	5.00	4.00	3.00	
Poplavljen površina (ha)	113	84	195	49	
Naklon na vodni strani	1:2.4 in 1:3.1	1:2.2	1:2.1 in 1:3.2	1:3 in 1:3.5	
Naklon na zračni strani	1:3	1:1.75	1:2.2	1:2	
Volumen vgrajenega mat. (od tega)					
- glina m3	32.645	6.150	28.900	33.504	
- glina prušč (m3)	31.364	17.525	16.500	36.000	
- filter pesek - prod (m3)	3.810	2.702	4.900	3.433	
- kamnita obloga (m3) kannomet	27.830	14.600	40.800	-	
- obloga z beton. ploščami (m2)	-	-	-	5.100	
VOLUMEN AKUMULIRANE VODE					
nri koti zaježitve maksimalni	max (266.50)	max (295.00)	max (209.35)	max (301.00)	
VA (10 ⁶ m3)	6.5	4.0	12.4	1.72	
pri koti zaježitve normalni	nor (265.40)	nor (292.80)	nor (207.50)	nor (300.20)	
VA (10 ⁶ m3)	5.25	2.5	8.7	1.37	
Evakuacijski objekti - max. pretok	Preliv	75 m3/s	57 m3/s	37.3 m3/s	10 m3/s
	talni izpust	7 m3/s	4.3 m3/s	27 m3/s	2.4 m3/s
VODOTOK	Koprivnica	Voglavna (Tratna)	Sotla	Trnavca	
Lokacija prereza - dolžina vodotoka do izliva (km)	5.8	20.4	55.3	5.1	
Vodozbirna površina F (km2)	12.0	29.8	108.9	8.3	
NAČIN SIGNALIZIRANJA	UKV - telef. čuvaj	UKV - čuvaj	Telef. - čuvaj	UKV - telef. čuvaj	
LASTNIŠTVO - zemljišče dano v upravljanje	DL SO CELJE upr. NIVO Celje TOZD VG	DL SO ŠENTJUR upr. NIVO Celje TOZD VG	DL SO ŠMARJE Klanjec, Pregrada upr. NIVO Celje TOZD VG	DL SO ŽALEC koristnik KK Žalec upr. NIVO Celje TOZD VG	
LETO DOGRADITVE	1970	1975	1980	1978	
INVESTITOR (SOINVESTITOR)	-Vodni sklad -SO Celje	-Vodni sklad -Železarna Štore	-SRS 50 % (vod.gosp.) -SRH 50 % (vod.gosp.)	-Vod. gospod. ZVSS OVS -KK HMEZAD	



Slika 1. Čudovito Šmartinsko jezero

Površina: 42 ha.

Vsebina: $1,37 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Funkcija: zadrževalnik visokih voda, ribištvo, namakanje, rekreacija, šport.

Projektna dokumentacija: PUV NIVO.

Vzdrževanje: PUV NIVO (sporazum s Hmezadom).

4. Zadrževalnik — Sotelsko jezero

Največji vodnogospodarski objekt na povodju Sotle in porečju Savinje-Sotle je prav gotovo akumulacija Vonarje. Ko bo v celoti dograjena II. faza, kamor sodijo objekti za čiščenje odpadnih vod Rogške Slatine, kanalizacija do te čistilne naprave, sanacija objektov na ožjem območju (vodovarstveni pas) in objekti za pripravo pitne vode, bo to predstavljalo zaključni hidrosistem večjih razsežnosti. Tu lahko govorimo o hidrosistemu, saj je tako po svoji zasnovi, dosedanjem financiranju, vzdrževanju pa tudi nadaljnjem programiranju in dograjevanju sistem zaokrožen v celoto. Po drugi strani pa gre tu za uspešno skupno naložbo dveh

republik — SR Hrvatske in SR Slovenije. Akumulacija je večnamenska. Danes ni mogoče govoriti o razvoju Obsotelja brez tega vodnogospodarskega objekta. Čeprav sistem še ni v celoti dograjen, pregrada že uspešno zadržuje visoke vode Sotle in zmanjšuje poplave.

Površina: 167 ha.

Vsebina: $8,7 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Funkcija: zadrževalnik, perspektivna raba pitne vode, kmetijstvo (melioracije), ribištvo, rekreacija. Projektna dokumentacija: Zavod za vodno gospodarstvo (VGI).

Vzdrževanje: PUV NIVO (sporazum SRS — SRH).

4.3 Nadaljnje programiranje zadrževalnikov

Da bi lahko pravilno odločali in naprej sledili ciljem za gradnjo zadrževalnikov na območju Savinje-Sotle je treba kot prvo izvesti izbor vseh možnosti, ki so nam bile že podane v Okvirni vodnogospodarski osnovi porečja Savinje iz leta 1960.

Glede na poznavanje razmer, predvsem pa gospodarskih potreb in da bi lahko še pravočasno in pravilno gospodarili s prostorom, smo si že leta 1978 zadali nalogo z naslovom: Vodnogospodarska presoja programiranih akumulacij na območju Območne vodne skupnosti Savinja-Sotla.

Tu je porečje reke Sotle izvzeto, ker se — kot smo že omenili — hidrosistem Vonarje z zadrževalnikom še izvaja in na tem porečju do leta 2000 ni realno pričakovati novih večnamenskih zadrževalnikov.

Končni cilj take naloge, ki obravnava za naše območje najpotrebnejše zadrževalnike, je zlasti v enotnih kriterijih, in sicer:

- Splošna analiza,
- Hidrološke osnove,
- Topografske osnove,
- Prikaz sedanjega stanja,
- Ocena inženirsko-geoloških in hidroloških pogojev,
- Tehnične rešitve, analiza uporabe akumulacijskega prostora,
- Ostali objekti in skupna ocena.

4.31 Splošna analiza

- Analiza možnega zadrževanja voda v povodju glede na topografske, hidrološke, hidrogeološke, geomehanske in druge danosti.
- Prikaz vpliva na prostor na gospodarjenje z vodo v pomenu izgradnje od lokalnih tja do širših interesov.
- Ovrednotenje obsega vseh del za zajezitev in uporabe akumuliranih voda.
- določitev prioritete zaporedja izgradnje kot osnove za nadaljnje prostorske in investicijsko planiranje.

Da bi dosegli ta cilj, je potrebno v prvi fazi preučiti vsak akumulacijski prostor posebej gledano ta namen na izbranem povodju — vendar v okviru izbranih kriterijev.

Na podlagi take obdelave je šele možna končna presoja in potrebna odločitev.

4.32 Hidrološke osnove

- Ugotovitev prispevnih površin, ki gravitirajo k predvidenim akumulacijam.
- Analiza razpoložljivih voda za akumuliranje.
- Analiza visokovodnih valov na osnovi enotnega hidrograma po preučitvi odločujočih nalivov.
- Analiza maksimalnih vodnih količin v pregradnih profilov za dimenzioniranje prelivnih organov.
- Analiza maksimalnih pretočnih količin v pregradnih profilih za določitev potrebnega izpuščanja iz akumulacije za ohranitev navzdolnjega vodnega režima pri nizkih vodah.

— Vodna bilanca akumulacijskega prostora na podlagi mesečnih pretokov.

4.33 Topografske osnove

Dobre topografske osnove so pogoj za kakovostno obravnavo akumulacijskih prostorov. Te osnove morajo biti v celoti definirane; potrebni so situacijski načrti akumulacijskega bazena in njegove neposredne okolice v merilu 1 : 5000.

Za obravnavo rabijo Temeljne topografske karte, in to za:

- izbiro posameznega pregradnega prereza,
- prikaz potopljenih zemljišč in objektov,
- določitev vsebine akumulacije,
- možnost lociranja prestavljenih akumulacij,
- prikaz možnih odvzemnih materialov,
- definiranje pregradnega prereza za boljšo izbiro, točnejšo preučitev objektov na pregradi.

4.34 Prikaz sedanjega stanja

- Opis prostora in vodnogospodarskih razmer.
- Prikaz odtočnih razmer obravnavanega povodja s poudarkom na navzdolžnih odsekih, in sicer na dolžini, kjer je pričakovati pomembne vplive akumulacije.
- Aproksimativni podolžni profil vodotoka s karakterističnimi podatki o vodnih količinah, urejenosti itd.
- Prikaz vodne bilance vodotoka.

4.35 Ocena inženirsko-geoloških in hidrogeoloških pogojev

- Ocena stabilnosti akumulacijskega prostora,
- ocena možnosti izgubljanja vode v zadrževalniku in možnosti zmanjšanja le-te,
- ocena možnosti fundiranja pregrade, materialov in objektov.

4.36 Tehnične rešitve, analiza izrabe akumulacijskega prostora

Na podlagi geografskih danosti, razpoložljivih vodnih količin za akumuliranje, geomehanskih in geoloških razmer, bo izvršena analiza smiselne višine pregrade. Ker običajno popolna izravnava odtoka z izgradnjo akumulacije ni možna, bo analiza podala velikostni razred izravnave odtoka, ki je še sprejemljiv glede na stroške izgradnje in druge pomembnejše kriterije.

Na podlagi izbranega volumna akumulacije je potrebno preučiti možnost približka k optimalni izrabi, seveda z večnamenskim ciljem.

Pri izkazu možnosti tehničnih rešitev je potrebno prikazati zlasti:

1. Zadrževanje voda:

— določitev potrebne vsebine za zadrževanje visokih voda glede na navzdolžne odtočne razmere.

Vpliv zadrževanja nizvodno na vodotoku je treba prikazati s karakterističnimi profili pod akumulacijo do izliva in dalje na naslednji odvodnik,

— prikaz možnosti izrabe akumulirane vode za zadovoljitev potreb po vodi,

— bogatenje nizkih voda,

— ostale možnosti izrabe.

2. Splošne pogoje in možnosti za izgradnjo pregrade glede na geološke in hidrogeološke danosti v pregradnem profilu.

3. Splošni opis celotnega bazena glede na nihanje gladine in k temu ustrezna stabilnost brežin.

4. Prikaz potrebnih ukrepov za tesnitev akumulacijskega bazena.

5. Prikaz potrebnih ukrepov za tesnitev akumulacijskega bazena.

6. Izbira danim razmeram ustreznega — normalnega pregradnega prereza, kateri služi lahko za primerjalni profil.

7. Opis objektov.

4.38 Ostali objekti in skupna ocena

— Potrebne prestavitve komunikacij, objektov.

— Ocena vrednosti potopljenih zemljišč, objektov, naprav, komunalnih objektov in drugo.

— Okvirna zaščita in ukrepi za varovanje akumulacijskega prostora pred onesnaževanjem.

— Skupna ocena vseh objektov in odškodnin.

5.0 ZAKLJUČKI

Opisani kriteriji zahtevajo dokaj temeljito obdelavo, posebno ker gre za dovolj široko hidrografska območje.

V ožji program smo vključili obdelavo naslednjih zadrževalnikov:

Preglednica 2

Ime zadrževalnika	Ime vodotoka	Velik prisp. površine F (km ²)	Pretoki		Ocenjena velikost akumul. 10 ⁶ m ³	Namen
			Q _{sr} L/sek	Q ₁₀₀ m ³ /sek		
Hudinjca	pritok Z. Ložnice	9,5	178	27,9	4,5	Zadrževanje v. vala, kmetijstvo, industrija
Sevčnik	Z. Ložnica	8,7	161	22,3	2,5	Zadrž. v. vala, industrija
Ločnica	Ločnica pritok Voglajne	12,8	226	27,8	3,5	Zadrž. v. vala, industrija

Takoj je potrebno nadaljevati s presojo predvidenih zadrževalnikov, ki so po svoji bodoči vlogi tudi večnamenski, sodijo pa zaradi specifične lokacije v posebni razred. Tu gre predvsem za dva večja zadrževalnika.

1. Zadrževalnik PONIKVA, lociran v slepi kraški dolini Ponikve na Hudo luknjo. Kljub majhnemu povodju lahko daje pomemben delež za kritje potreb v Šaleški dolini (bogatenje vode Pake).

Predvidena vsebina — 14 × 10⁶ m³

Površina akumulacije — 70 ha

Dodajanje vode koritu Pake (maks. v sezoni) — 700 l/sek

Funkcija: pitna voda, industrijska voda, bogatenje — izboljšanje biološkega stanja reke Pake, hidroenergija

Ta zadrževalnik je zelo zanimiv, čeprav je povezan s številnimi tehničnimi posebnostmi. Predlagan je za realizacijo v naslednjem srednjeročnem obdobju vodnogospodarskih del na območju.

2. Omeniti je potrebno zadrževalnik LUČNICA, ki ga je treba zaradi posebne lokacije obravnavati ločeno. Ta zadrževalnik, ki ga omenjajo že tudi vodnogospodarske osnove Slovenije, je predviden v Zgornji Savinjski dolini v dolini Lučnice. Predvidena vsebina akumulacije je ocenjena na 30 do

50 mio m³. To akumulacijo pa ob znanih problemih, ki bi nastali v tem prostoru, lahko primerjamo z zadrževalnikom RADOVLJICA na Savi. Tudi v tem primeru sodimo, da je za odločitev o kakršnikoli nadaljnji poti potrebna najprej analiza sprejemljivosti izgradnje akumulacije LUČNICA, posebej še zaradi obveze do družbenega plana SRS. Potrebna je torej dovolj kompleksna in odgovorna naloga, ker je prizadet občutljiv gorski prostor. Nekatere aktivnosti so se v zvezi s tem že začele.

Da bi se v prihodnje moglo začeti graditi zadrževalnike načrtno in ekonomično, bo potrebno v pripravah upoštevati vse našete smernice, katere večji del izhajajo iz dosedanjih izkušenj. Le tako lahko določimo vrstni red potrebnih ukrepov, ki naj bi po vsestranski oceni upravičevali postopnost naših nadaljnjih raziskav in samih projektov.

1. Okvirna vodnogospodarska osnova porečja Savinje
Izdelal v letu 1960 Projekt — nizke gradnje v Ljubljani. Sestavil in uredil Davorin Burja, dipl. inž. gradb.
Okvirna vodnogospodarska osnova porečja Sotile
Izdelal v letu 1965 Zavod za vodno gospodarstvo SR Slovenije v Ljubljani

Sestavil in uredil Davorin Burja, dipl. inž. gradb.

2. Vodnogospodarske osnove Slovenije
Izdelala Zveza vodnih skupnosti Slovenije — strokovna služba (prej Zavod za vodno gospodarstvo SRS)

Kakovost vode se na območju Celja vendarleboljšuje

UDK 628.19

KATARINA JOŠT

Na začetku 20. stoletja kakovost vode v naših vodotokih še ni bila vprašljiva. Poraba vode na prebivalca je bila majhna (okrog 15 l/dan), industrija in obrt pa sta se šele začeli porajati.

V velikih mestih v Evropi so že na začetku našega stoletja začeli razmišljati o odvajanju in čiščenju odplak, pri nas pa se je le tu in tam razmišljalo o čiščenju odplak. Tako so znani načrti za biološko čistilno napravo za Zdravilišče Rogaška Slatina iz leta 1907 (emšer in precejalnik). Dunajski graditelj celjskega vodovoda je leta 1908 predlagal, da bi v Celju nepopolno kanalizacijo zamenjali z novo, ki bi imela tudi biološko čistilno napravo. Mesto je imelo tedaj okrog 7000 prebivalcev. Zaradi pomanjkanja sredstev se je obstoječa kanalizacija samo dopolnila, in to brez čistilne naprave.

V času med obema vojnama, še zlasti po 2. svetovni vojni, se je močno razvila industrija, prav tako so se močno razširila naselja. Poraba vode in s tem tudi količina odplak je v stalnem porastu. Le redki strokovnjaki in inštitucije so opozarjali na nevarnost in resen položaj v gospodarjenju z vodo. Ta opozorila pa v glavnem niso bila upoštevana. Po eni strani je manjkala prosvetljenost občanov in jasna koncepcija strokovnjakov, po drugi strani pa so prevladovali gospodarski interesi tistih, ki so, oziroma še, spuščajo odpadne vode in druge odplake v vodotoke.

Človek s svojimi posegi v naravo (krčenje gozdov, jezovi za hidroelektrarne, melioracije, črpanje gramoza) moti kroženje vode in poslabšuje stanje glede kakovosti in količine vode. Največjo nevarnost pa predstavljajo odpadne vode industrije in naselij. Te onesnažujejo površinske vodotoke in podtalnico. Tako so nekateri odseki vodotokov resno ogroženi oziroma že popolnoma uničeni. To so zlasti manjši vodotoki, ob katerih so se razvila naselja in industrija.

Ob koncu šestdesetih let se je v Sloveniji resneje pričelo opozarjati na kakovost vode in iz tega časa beležimo tudi prve presikave Savinje, Hudinje in Voglajne v Celju.

Prvi rezultati preiskav Savinje, Pake in Voglajne so v arhivu PUV NIVO iz leta 1966 oziroma 1969. Iz leta 1970 in 1971 so preiskave Sotle v Rogatcu, Podčetrtku in Vonarjih.

Črni točki na porečju Savinje sta bili Voglajna in Hudinja.

Voglajna se v Celju izliva v Savinjo. Ob njej in njenem pritoku Hudinji se je razvila predvsem

tista industrija, ki je velik porabnik vode (železarna Štore, EMO, Cinkarna). Odpadne vode so se v glavnem neprečiščene odpuščale v Hudinjo in Voglajno. Vpliv teh odpadnih vod je bil viden tudi v Savinji.

26. in 27. junija 1974 so potekale celodnevne preiskave Savinje, Voglajne in Hudinje. Preiskave sta izvršila Hidrometeorološki zavod SRS Ljubljana in Kemijski inštitut Boris Kidrič. Zajemnih mest je bilo na Savinji šest (Letuš, Braslovče, Medlog, Tremarje, Laško, Veliko Širje), na Voglajni dve ter na Paki in Hudinji po eno. S poprečnim vzorcem dveh ur so se analizirali temperatura, kisik, suspendirane snovi, poraba $KMnO_4$, BPK5, ostali parametri pa so bili določeni v dnevnem poprečnem vzorcu. V preglednicah so podani rezultati analiz vzorcev, zajetih ob deseti uri in vrednosti iz dnevnega poprečnega vzorca.

Ker niso podani pretoki za vsa zajemna mesta, smo za lažjo primerjavo pri vseh navedli pretok Savinje v Laškem, ki je naveden v izvidih analiz.

Iz rezultatov, podanih v preglednicah za zajemna mesta Savinja Medlog (pred Celjem), Tremarje (za Celjem) in Hudinja izliv ter Voglajna izliv, je razvidno, da se je kakovost Savinje od Medloga do Tremarij močno poslabšala; povečal se je delež suspendiranih snovi, sulfata, železa, BPK5, fenola in detergentov. Vzrok za to so bile odpadne vode iz mesta in dotok Voglajne s Hudinjo.

Iz fizikalno-kemičnih analiz Voglajne in Hudinje je razvidno, da sta bila ta dva vodotoka močno obremenjena tako z anorganskimi (visok delež suspendiranih snovi, topnih soli, železa in fenola) kot tudi z organskimi odplakami (visoka BPK5 in poraba $KMnO_4$).

Biološke analize pa so dale še bolj porazne rezultate, kot sledi:

Hudinja pri izlivu

Zajemno mesto je bilo pred sotočjem z Voglajno. Struga in bregovi so umetni, dno naravno, deloma prodnato deloma kamnito. Po prodnikih in kamnih je bila debela plast mastnih sedimentov rjavkastordeče barve, po spodnji strani prodnikov črnikaste lise. Med prodniki in kamni je bil ponekod pesek, v njem pa mnogo katrana.

Voda je bila kalna zaradi množične prisotnosti lebečih delcev svetle barve. Voda je bila sivozelene barve in je imela močan vonj po fenolih.

V vodi ni bilo organizmov.

Kakovostna stopnja: biološko mrtva voda, če ne upoštevamo bakterij.

Avtor:

Katarina Jošt, dipl. inž. kem., Nivo Celje, Razgledna ul. 14, Celje

Vogljajna pri izlivu

Zajemno mesto je bilo pred izlivom v Savinjo. Struga in bregovi umetni, dno naravno, deloma prodnato deloma kamnito. Po zgornji strani prodnikov in kamnov so bile debele usedline črnkaste barve s katranskimi vložki, po spodnji strani prodnikov in kamnov črnkaste lise.

Voda je bila močno kalna, črnkaste barve, imela je vonj po fenolih.

V vodi ni bilo organizmov.

Kakovostna stopnja: biološko mrtva voda, če ne upoštevamo bakterij.

Savinja-Košnica — desni breg

Na zajemnem mestu je travnat breg, obrasel z grmovjem in drevjem. Dno je prodnato. Kamenje in skale pokriva Fe sulfat. Stopnja čistosti oziroma saprobna stopnja: 2—3, to je β — α mezosaprobna.

Savinja-Košnica — levi breg (za izlivom Voglajne)

Na odvzemnem mestu je breg bolj strm, dno je pokrito delno z muljem. Levi breg kaže na organsko onesnaženje, kar na desnem bregu še ni opazno. Tudi količina organizmov je na tem bregu precej manjša.

Stopnja čistosti oziroma saprobna stopnja: 3—4, to je α mezo do polysaprobna.

Tako so preiskane vode potrdile porazno stanje že vizualno ugotovljenega stanja vodotokov. Hudinja in Vogljajna sta v Celju mrtvi reki, Savinja pa pod Celjem v III.—IV. kakovostnem razredu.

Takšno stanje vodotokov, pomanjkanje pitne in tehnološke vode ter vse bolj glasni ekologi in vodovarstveniki so vplivali na to, da so tudi v industriji pričeli razmišljati o čiščenju odpadnih vod, kar je sicer predpisovala tudi zakonodaja (Pravilnik o nevarnih snoveh, ki se ne smejo spuščati v vode, Ur. list SFRJ, št. 3/66, Zakon o vodah, Ur. list SRS, št. 16/74).

Prizadevanje celjske industrije na tem področju je vidno — stanje Hudinje in Voglajne ter Savinje se je izboljšalo. Tudi preiskave vode, ki jih je izdelal HMZ v letu 1982 in 1983, to potrjujejo.

Na izboljšanje kakovosti vode je vplivalo predvsem naslednje:

1. Vsa celjska industrija je namesto generatorskega plina pričela uporabljati zemeljski plin. Tako v odpadnih vodah ni več fenolov, ki so nastajali v generatorjih pri proizvodnji generatorskega plina;
2. EMO je zgradil čistilno napravo — nevtralizacijo, kjer se nevtralizirata in obarjata zlasti žveplena kislina in ferosulfat, ki sta se prej odpuščala neposredno v Hudinjo;
3. Cinkarna je zgradila več čistilnih naprav: — nevtralizacijo v grafiki,

— kemično-mehansko čistilno napravo pri modrem bakru,

— uredila nevtralizacijo kislih vod od proizvodnje žveplove kisline v nevtralizaciji titandioksida,

— uredila izcedne vode iz deponij sadre v Bukovžlaku;

4. Železarna Štore je poleg čistilne naprave pri novem obratu (Štore 2) zgradila še mehansko čistilno napravo za stare obrate (Štore 1);

5. Aurea in Zlatarna sta zgradili čistilni napravi — razstrupljevalnice za svoje odplake iz galvane.

Primerjava fizikalno-kemičnih analiz iz leta 1974 in leta 1982 in 1983 nam pokaže, da se je delež fenolov zelo zmanjšal, prav tako delež železa. Narasča pa delež vodotopnih soli, sulfata (prečiščene vode iz nevtralizacij z apnom vsebujejo kalcijev sulfat), detergentov in znanilcev fekalnega onesnaženja (nitrit, nitrat, amoniak, fosfat).

Pri ocenjevanju rezultatov pa je potrebno še upoštevati, da so bili vzorci v letu 1983 zajeti pri izredno nizkem vodostaju, kar lahko popači celotno sliko.

Biološke preiskave vode kažejo, da Hudinja in Vogljajna v letu 1983 nista več mrtvi reki, ampak se je v njiju že povrnilo življenje.

Hudinja pri izlivu — 7. 7. 1983

V vzorcu prevladuje pestrost diatomej, medtem ko so ostali organizmi zastopani le posamično z nekaj vrstami. Med indikatorji smo našli največ značilnih za β mezosaprobno stopnjo in nekaj za α mezosaprobno stopnjo onesnaženja. Med indikatorji pa se pojavljajo organizmi, ki so značilni za združbe hitro tekočih vod, katerih dno je poraslo z mahovi. Vodotok uvrščamo v β - α mezosaprobno stopnjo onesnaženja.

Vogljajna pri izlivu 7. 7. 1983

Na osnovi indikatorskih organizmov in sestave združbe, predvsem številno pogostih migetalkarjev ter majhnega števila različnih vrst, uvrščamo Vogljajno v α - β mezosaprobno stopnjo onesnaženja.

Savinja — Medlog 7. 7. 1983

Vzorec Savinje v Medlogu je po indikatorskih organizmih značilen za β mezosaprobno stopnjo onesnaženja. Glede prisotnosti nekaterih indikatorskih vrst, ki so značilne za vodotoke z dobro preskrbo s kisikom, uvrščamo Savinjo v β mezosaprobno stopnjo onesnaženja.

Savinja pod Celjem — ni rezultatov.

S tem uspehom pa ne smemo biti zadovoljni. Cilj vseh prebivalcev Celja mora biti v tem, da dosežemo, da bosta Hudinja in Vogljajna v II.—III. kakovostnem razredu, Savinja v II. kakovostnem razredu. Da bi dosegli ta cilj, je v prvi vrsti potrebno zgraditi biološko čistilno napravo za mesto Celje in izboljšati delovanje obstoječih čistilnih naprav v industriji.

Preglednica 1

		KRAJ ZAJEMA VZORCA : Hudinja - izliv						KRAJ ZAJEMA VZORCA : Savinja - Medlog						
LETO		1969	1974	1982		1983		1969	1974	1982		1983		
DATUM		20.8.	26.6.	9.6.	11.8.	7.7.	1.9.	20.8.	26.6.	9.6.	10.8.	7.7.	1.9.	27.10.
Q cm ³ /s v Laškem		20'0	23'5	19'5	16'8	16'3	6'92	20'00	23'48	19'50	16'80	16'30	6'92	18'80
Temperatura vode °C			16'4	18'4	19'4	21'2	23'0		15'20	16'30	19'30	20'30	20'00	9'00
pH			7'40	7'70	7'60	7'10	7'80	7'80		8'10	8'30	8'30	8'20	7'90
O ₂ mg/l			8'90	8'50	9'10	9'40	9'00	9'20	10'00	10'00	10'90	11'00	11'20	12'10
Saturacija O ₂ %			97'0	93'0	102'0	108'6	107'3	95'0	102'0	105'2	121'6	125'1	126'6	108'1
Suspend. material.	po sušenju		48'0	69'8	75'1	52'6	37'5		28'70	14'30	35'70	6'50	0	17'60
	po žarenju		30'0	53'7	60'5	38'4	30'9		5'20	6'00	23'90	5'20	0	12'90
Filtrirane izparine mg/l	po sušenju		453	431	510	768	683	247	252	226	255	265	269	222
	žarilni ostanek		310	426	383	604	574	117	197	224	180	175	193	132
	žarilna izguba													
NO ₂ mg/l			0'09	0'14	0'14	0'09	0'18.	0'15	0'08	0'14	0'72	0'12	0'03	0'07
NO ₃ mg/l			2'80	4'80	6'20	5'50	6'10	0'068	5'000	7'50	9'10	8'10	4'10	7'10
NH ₄ mg/l			0'62	0'36	0'65	0'55	0'77	1'52	0'08	0'16	0'07	0'10	0'24	0'22
PO ₄ mg/l			0'07.	0'07	0'06	0'10	0'05	0'03.	0'02	0'17	0'13	0'11	0'09	0'26
SO ₄ mg/l			14'70	127'4	159'7	246'2	262'2	16'0	23'8	38'4	34'0	35'9	41'0	31'1
Fe mg/l			2'40	0'06	0'13	0'07	0'03	0'01	0'03	0'01	0'01	0'01	0'01	0'01
K Mn O ₄ mg O ₂ /l			9'90	5'50	7'00	15'10	3'80	2'40	3'20	2'60	2'40	2'10	1'60	1'60
BPK ₅ mg O ₂ /l			10'60	2'90	15'50	12'40	6'40	2'20	3'70	1'80	2'90	2'90	1'30	1'60
Fenol mg/l			0'18	0'007	0'001	0'001	0'017	0'002	0'025	0'002	0'001	0'001	0'001	0
Detergenti mg/l'			<0'01	0'10	0'29	0'04	1'86	0'024	0'020	0'020	0'020	0'020	0'25	0'03
		KRAJ ZAJEMA VZORCA : Vogljajna - izliv						KRAJ ZAJEMA VZORCA : Savinja - Tremarje						
LETO		1969	1974	1982		1983		1969	1974	1982		1983		
DATUM		20.8.	26.6.	9.6.	11.8.	7.7.	30.8.	20.8.	26.6.	9.6.	11.8.	7.7.	30.8.	27.10.
Q cm ³ /s v Laškem		20'0.	23'5	19'5	16'8	16'3	6'92	20'00	23'48	19'50	16'8	16'3	6'92	18'8
Temperatura vode °C			17'3	19'2	19'1	23'2	21'6		16'60	18'20	19'50	23'00	20'10	18'60
pH		7'20	8'00	7'60	7'80	7'30	8'40	7'60	8'03	7'90	8'50	8'10	8'00	7'80
O ₂ mg/l		4'80	7'90	7'30	8'20	7'30	8'40	8'60	9'50	8'60	9'40	11'50	8'00	12'10
Saturacija O ₂ %		52'0	88'0	81'3	91'2	111'2	72'1	87'0	100'5	94'0	105'3	137'1	90'6	107'1
Suspend. material.	po sušenju		71'0	83'7	42'4	66'7	55'7		47'20	19'80	12'80	18'30	17'80	8'40
	po žarenju		38'0	47'0	29'1	39'4	44'8		16'20	8'10	4'70	11'90	14'90	4'60
Filtrirane izparine mg/l	po sušenju	422	385	494	427	561	514	276	225	252	268	280	272	260
	žarilni ostanek	255	245	361	307	490	450	238	170	239	185	185	214	178
	žarilna izguba													
NO ₂ mg/l		0'181	0'120	0'390	1'160	0'190	0'370	0'110	0'060	0'140	0'150	0'130	0'180	0'090
NO ₃ mg/l		0'064	3'30	5'80	5'90	5'30	6'40	0'153	4'600	6'80	7'20	7'50	8'00	6'50
NH ₄ mg/l		1'26	0'78	1'02	1'00	1'66	2'12	2'66	0'09	0'16	0'30	0'23	0'29	0'31
PO ₄ mg/l		0'205	0'150	0'080	0'240	1'100	0'210	0'075	0'04	0'19	0'18	0'30	0'26	0'39
SO ₄ mg/l		59'0	99'0	144'0	100'4	184'6	143'3	23'0	56'6	41'9	42'8	53'2	49'1	40'1
Fe mg/l		0'55	5'60	0'09	0'09	0'06	0'03	0'10	0'08	0'01	0'02	0'01	0'02	0'01
K Mn O ₄ mg O ₂ /l		10'20	16'60	10'10	15'30	13'50	11'10	2'70	4'70	4'10	4'00	11'2	4'40	2'20
BPK ₅ mg O ₂ /l		16'20	9'80	22'00	13'60	37'20	15'60	2'80	7'50	5'50	3'90	7'10	4'30	2'40
Fenol mg/l		0'36	0'24	0'039	0'005	0'007	0'032	0'068	0'062	0'005	0'001	0'001	0	0'002
Detergent mg/l		0'170	0'060	0'400	0'160	0'270	0'290	0'024	0'07	0'10	0'14	0'06	0'05	0'03

Mala hidroelektrarna 962 — rekonstrukcija cevovoda

UDK 627.8:621.311.21

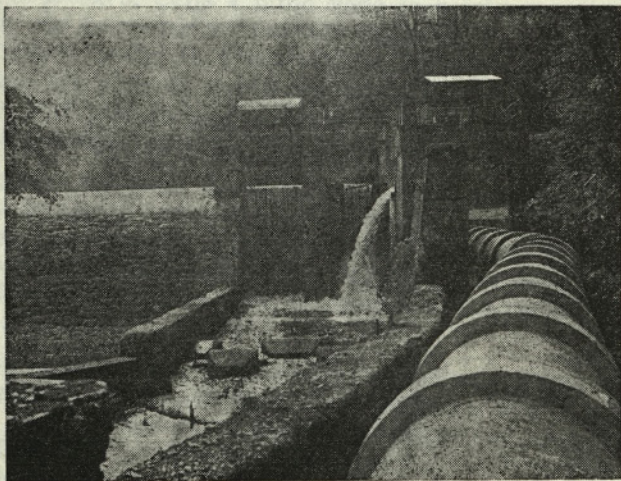
MATIJA KAVČIČ

1. UVOD

Zaostrena energetska situacija in grozeče pomanjkanje energije nujno terja kar najbolj smotrno izrabo zlasti domačih razpoložljivih virov, med katerimi bi vsaj v Sloveniji morala imeti pomembnejše mesto tudi hidroenergija, za katero je pri tem možno še dodati, da je to eden redkih danes širše uporabnih virov energije, ki se tudi stalno obnavlja. Manjši del potrebe po elektriki naj bi pokrile tudi tako imenovane male hidrocentrale, s katerimi je možno izkoristiti predvsem velike razpoložljive padce manjših vodotokov, pomembno vlogo pa imajo tudi v okviru potreb SLO.

Ena takšnih malih hidrocentral je tudi MHE 962, kjer gre v bistvu za obnovo in usposobitev za obratovanje že zgrajene hidrocentrale.

Obravnavana hidrocentrala je po svoji zasnovi derivacijska, kot je to običajno zlasti za hidrocentrale na manjših vodotokih oziroma hudournikih z zelo velikimi padci, saj je bilo le s koncentracijo tega padca tudi v danem primeru možno pridobiti znaten del celokupne instalirane moči. Tej zasnovi pa je prilagojena tudi že sama lokacija, ki zajema ravno tisti del vodotoka, kjer je padec korita zaradi posebnih terenskih razmer znatno večji. Na zaključku kotline, do koder sega vpliv zajezitve obravnavane hidrocentrale, namreč vstopa vodotok v zelo ozko sotesko, v katero se z obeh bregov strmo spuščajo pobočja okoliških hribov, nato pa se soteska polagoma odpira.



Slika 1. Stari jez in del novega cevovoda ϕ 1200

Avtor:

Matija Kavčič dipl. inž. gradb., Nivo, Projektinženiring Ljubljana, Gorenjska 3, Medvode

2. OPIS STAREGA STANJA

Jez, na katerem je tudi zajetje vode za obravnavano hidrocentralo, je od objekta strojnice oddaljen približno 1 km. Cevovod je bil na začetnem delu speljan po levem, nato po desnem bregu reke.

Leseni cevovod profila ϕ 1250 je bil položen na lesene podstavke, postavljene deloma na nizek plato, formiran z opornimi zidovi, deloma pa so bili ti podstavki podaljšani v betonske stebre in temeljeni neposredno v pobočje. Cevovod je bil po katastrofalnih poplavih, ki so ga močno poškodovala, dvignjen iznad gladine te vode. Struži je prečkal s sifonom, ki je v samem koritu zaščiten v obliki talnega betonskega praga. Celoten cevovod je bil že močno dotrajan, ko pa se je porušil še eden betonskih stebrov podporne konstrukcije, so z obratovanjem morali prenehati.

3. OPIS REKONSTRUKCIJE

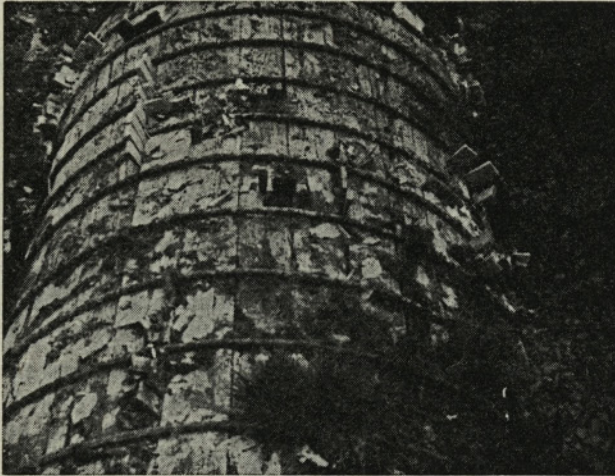
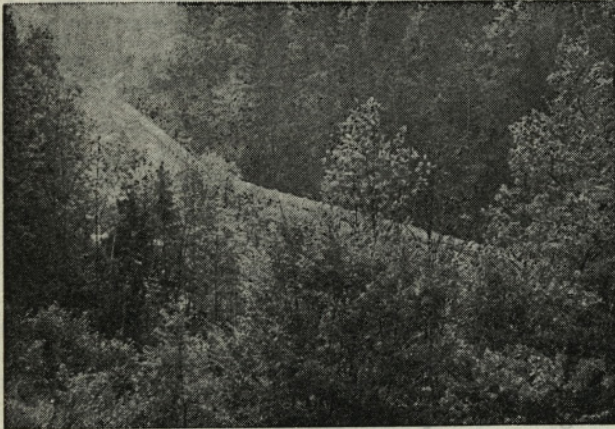
Obstoječi cevovod je zamenjan z armiranobetonskimi cevmi tipa NIVO ϕ 1200 mm. Trasa cevovoda je na desnem bregu pomaknjena nekoliko proti koritu in postopoma znižana tako, da je bila spuščena do same brežine reke. Predlagano rešitev nalaga predvsem tehnologija gradnje novega cevovoda. Za polaganje cevi je bilo namreč nujno treba omogočiti dostop težke mehanizacije, saj ena cev tehta 4 t, zato je bilo potrebno na vsej trasi izvesti primerno širok plato, ki je bil na najozžjem delu širok 4 m, na najširšem delu pa 5 m.

Z izvedenim znižanjem nivelete novega cevovoda ta sicer na osrednjem delu ne bo več dvignjen nad gladino visoke vode, kar pa na odtok le-teh ne bo imelo večjega vpliva. S primernim zavarovanjem, kjer ni temeljen v hribinsko osnovo, je poskrbljeno za njegovo varnost pred visokimi vodami.

Razmeroma ugodne geološke razmere so omogočile iz geološkega stališča dokaj enostavno gradnjo, saj so na celotnem poteku trase pobočja iz grōdenskih skrilavcev in peščenjakov z vpadom plasti v pobočje. Za te kamnine je sicer značilno, da so močno razpokane, tako da obstaja nevarnost kršenja in izpadov različno velikih blokov tako med gradnjo kot tudi zaradi zmrzovanja, večji zdrsi pa niso možni.

4. OPIS UPORABLJENEGA MATERIALA IN GRADNJA

Kot že povedano, smo za rekonstrukcijo uporabili armiranobetonske cevi tipa NIVO ϕ 1200 mm, ki so bile tesnjene na ustrezen način, tako da cevovod lahko prevzame tlake 3 barov!

Slika 2. Dotrajani leseni tlačni cevovod ϕ 1250

Slika 3. Obnovljeni tlačni cevovod v rečni soteski

Vsaka cev je bila pred odpremo preizkušena na tlak 5 barov. Pred vgradnjo pa je bila izvedena ponovna vizualna kontrola.

Za vse lome trase so bili izdelani posebni prefabricirani kosi pod poljubnim lomnim kotom.

Zaradi nevarnosti vzgona in zaščite stikov je bila vsaka cev sidrana v betonsko podlago, na katero je cevovod položen. To sidranje pa pomeni, da smo iz gibkega cevovoda dobili tog element, ki pa nujno potrebuje dilatacije.

Celoten cevovod je bil preizkušen na 3 bare, in sicer s pomočjo namerno izzvanega vodnega udara.

Dejstvo, da je cev dolga le 2,5 m, je omogočilo gradnjo na platoju, ki je bil širok največ 5 m. Cevi smo polagali za seboj, kar je sicer pomenilo dodaten organizacijski napor — saj vračanja in popraviljanja ni — vendar smo zato gradnjo izvedli na samo 5 m širokem pasu, kar pri jeklenem cevovodu ni tako in je ta pas zaradi paralelnega polaganja cevi širok tudi 30 m in več.

Cevovod je večji del nezasut, na območjih, kjer pa se pričakuje rušenje pobočij pa je deloma zasut. Zlasti zasip je pomenil pri načinu gradnje — za seboj — velik organizacijski napor.

Vsi hudourniki so speljani prek cevovoda.

Prednost armiranobetonskih cevi je poleg nižje investicijske vrednosti zlasti še pri vzdrževanju (ga praktično ni) kot tudi v tem, da pri klasični izvedbi, tj. brez sidranja, niso potrebne dilatacije, saj je zaradi gumijastih tesnil cevovod gibek.

Trenutno smo sposobni izvajati tlačne cevovode iz armiranobetonskih cevi tipa NIVO do 1200 mm in 3 barov tlaka.

Sistem industrijskega vodovoda Celje

UDK 628.515

LEONID KREGAR

Osnovni koncept preskrbe celotne celjske industrije s tehnološko vodo temelji na znanih rešitvah, to je tistih vodnih virih, ki bi krili vse potrebe industrije. Ti viri so:

- vodotoki (Hudinja, Voglajna),
- podtalnice (Savinjska dolina),
- pitna voda (mestni vodovod),
- akumulacije (zgrajeni in predvideni zadrževalniki).

Vzporedno s preskrbo Celja (in Šentjurja) s pitno vodo se že dalj časa, več kot 20 let, preučuje vprašanje oskrbe industrije s tehnološko vodo. V dosedanjih dokumentih ne zasledimo enotnega načina obravnavanja celotne oskrbe z industrijsko vodo. Obstaja nekaj variantnih predlogov, pri čemer pa lahko ugotovimo, da so nekateri ključni objekti za preskrbo z industrijsko vodo že zgrajeni. Njihovo gradnjo so narekemale po eni strani potrebe tedanje industrije, ki je bila v živahnem razvoju (Cinkarna, Železarna), po drugi strani obsežna vodnogospodarska dela, ki so dobila poudarek prav v znanih ukrepih na celjskem vodnem vozlišču. V okviru teh del sodijo tudi gradnje zadrževalnikov kot potencialni vodni viri.

Pomanjkanje detajlno izdelanih razvojnih načrtov celjskih organizacij združenega dela, v katerih ni bilo opredeljenih zahtev po industrijski vodi, je povzročilo programerjem in načrtovalcem vodnogospodarskih ureditev nemalo težav. V večini študij o preskrbi Celja s pitno vodo je potrjeno načelo, da bo potrebno zaščititi in zajeti vse razpoložljive izvire in podtalnico za bodočo oskrbo. Nekaj let bodo še naprej za industrijo na razpolago tudi manjše količine pitne vode iz sedanjega vodovodnega omrežja.

Širjenje urbanega območja, naraščanje prebivalstva in razvoj industrije bodo odločili o nadaljnji smeri in etapni izgradnji sistema industrijskega vodovoda. Seveda obstaja tudi obratna odvisnost: količine industrijske vode so omejene, vsaj gledano dolgoročno.

Naša naloga pa je, da poiščemo racionalne rešitve, posebno v današnjem času, ko je potrebno vlagati res smotrno, ter da te rešitve industriji tudi ponudimo.

Celjska industrija (vključno Štore, Šentjur) se preskrbuje z vodo iz naslednjih virov:

- virov pitne vode $2,7 \times 10^6$ oz. 21,95 %
- vodnjakov $0,35 \times 10^6$ oz. 2,85 %

Avtor:
Leonid Kregar, dipl. inž. kom., Nivo, Projektinženiring Ljubljana, Detelova 5 Ljubljana

— odprtih vodotokov

oz. zadrževalnikov $9,25 \times 10^6$ oz. 75,20 %

$12,3 \times 10^6$ m³/leto

Medtem ko se za preskrbo iz prvega vira uporablja mestno vodovodno omrežje, pa poteka preskrba iz odprtih vodotokov in zadrževalnikov prek sistema industrijskega vodovoda.

Glavna vira za preskrbo industrijske vode sta danes reki Hudinja in Voglajna z zadrževalnikom Slivniško jezero. Na Hudinji je zgrajen mehki jez z odvzemnim objektom, črpališčem in pripravo vode. Kapaciteta črpališča je zadostna za predvidene potrebe, medtem ko bo potrebno objekte priprave vode še dograditi. Od črpališča je zgrajen sistem dvojnega cevovoda (za surovo in prečiščeno vodo) za tovarno EMO in Cinkarno Celje.

Na Voglajni je zgrajen klasični jez z odvzemnim objektom pri Opoki, od koder vodi dvojni cevovod v Železarno Štore.

Na zgornjem toku Voglajne je zgrajen zadrževalnik Slivniško jezero, ki ima 2×10^6 m³ prostornine za bogatenje nizkih pretokov.

V normalnem mokrem letu pretoki Hudinje in Voglajne zadostujejo za kritje vseh potreb po industrijski vodi. Tako je iz Hudinje na razpolago $6,1 \times 10^6$ m³/leto, iz Voglajne (skupaj s Slivniškim jezerom) pa $16,8 \times 10^6$ m³/leto. Vendar je možno vodo iz Hudinje uporabljati le za oskrbo industrije v samem mestu Celje in vodo iz Voglajne (in Slivniškega jezera) za oskrbo Železarne Štore in industrije v Šentjurju.

V suhih letih pa izkazujejo pretoki Hudinje $0,69 \times 10^6$ m³ primanjkljaja za kritje potreb po industrijski in pitni vodi v Celju. Zato je pričakovati ob prvi daljši suši izpad preskrbe z industrijsko vodo.

Na drugi strani pa omogoča zgrajeni zadrževalnik Slivniško jezero v kombinaciji s pritoki reke Voglajne tudi v suhih letih stalno koriščenje $12,5 \times 10^6$ m³ vode letno za oskrbo industrije. To je več kot danes potrebuje industrija Štor in Šentjurja, vendar viškov zaradi neizgrajenosti sistema industrijskega vodovoda ni mogoče uporabiti v Celju.

Problem preskrbe Celja z industrijsko vodo se pojavlja že več let. Zato je bil zgrajen na potoku Koprivnica večnamenski zadrževalnik Šmartinsko jezero. Po prvotni zasnovi je bilo predvidenih celih $5,0 \times 10^6$ m³ vode za preskrbo industrije. Vendar so ostale namembnosti skrčile to številko na največ $2,0 \times 10^6$ m³. Ta zadrževalnik kljub temu,

da je bil zgrajen že pred 14 leti, še ni vključen v sistem industrijskega vodovoda.

Vključitev Šmartinskega jezera v oskrbo celjske industrije z vodo rešuje problem le za dobo nekaj let. Za pokrivanje vseh potreb po industrijski vodi je predvidena izdelava tehnične dokumentacije in izgradnja še naslednjih objektov:

- povezovalni cevovod Šmartinsko jezero—Hudinja,
- povezovalni cevovod Voglajna, Opoka—črpališče Hudinja,
- zadrževalnik Ločnica na potoku Ločnici (Vogljajni) z uporabno prostornino $2,15 \times 10^6 \text{ m}^3$,
- zadrževalnika Rožnodolsko jezero in Grilčev graben (povodje Hudinje),
- dograditev omrežja industrijskega vodovoda tako za surovo vodo kot za prečiščeno vodo.

Z izgradnjo navedenih objektov lahko zagotovimo celjski industriji ca. 1350 l/sek, kar naj bi pokrivalo potrebe v nadaljnjih 50 letih. Postavlja pa se vprašanje tehnično in ekonomsko najbolj upravičenega pristopa k vrstnemu redu gradnje posameznih objektov.

Poraba industrijske vode

Podatke o porabi industrijske vode smo zbrali pri upravljalcu vodovoda Celje (Komunala), upravljalcu industrijskega vodovoda (Nivo) in v delovnih organizacijah. Pri tem je treba poudariti, da tri delovne organizacije: Železarna Štore, Cinkarna Celje in EMO porabijo skupaj letno $10,6 \times 10^6 \text{ m}^3$ vode oziroma 86 % celotne industrijske porabe vode. Te tri delovne organizacije imajo nepretrgan delovni proces 24 ur dnevno 6 dni v tednu. Za ostale organizacije smo upoštevali delo v dveh izmenah in 6 dni tedensko. Podatki o porabi industrijske vode za leto 1983 so podani v preglednici 1:

Preglednica 1. Poraba industrijske vode 1983

3-izmensko delo				Poraba vode			
Večji porabniki	Preskrba z vodo			sanitarna	tehn.	hladilna	skupaj
	komunala	vodnjak	ind. vodovod				
Cinkarna Celje	869.588		3.000.000	285.588	2.384.000	1.200.000	3.869.588
EMO	166.733		484.000	114.733	413.000	123.000	650.733
Železarna Štore	400.060		5.666.200	400.060	4.754.200	912.000	6.066.260
Skupaj (m ³ /leto)	1.436.381		9.150.200	800.381	7.551.200	2.235.000	10.586.581
Skupaj (l/sek)	54,87		349,52	30,57	288,44	85,37	404,39
2-izmensko delo				Poraba vode			
Celje + Šentjur (m ³ /l)	1.239.160	336.610	126.180	242.187	895.435	564.328	1.701.950
Skupaj						+	
m ³ /leto	2.675.541	336.610	9.276.380	1.042.568	8.446.635	+209.489 2.589.839	12.288.531
l/sek	125,87	19,29	356,75	44,45	339,75	117,70	501,91

Preglednica 2. Odjem iz vodotokov Hudinja in Voglajne (industrijski vodovod)

Vodotok	m ³ /leto	l/sek
Hudinja	3.484.000	133,08
Voglajna	5.792.380	223,67
	9.276.380	356,75

V letu 1977 je bila skupna poraba industrijske vode v Celju in Šentjurju 11.973.877 m³.

V letu 1983 pa je bila skupna poraba industrijske vode v Celju in Šentjurju 12.288.531 m³.

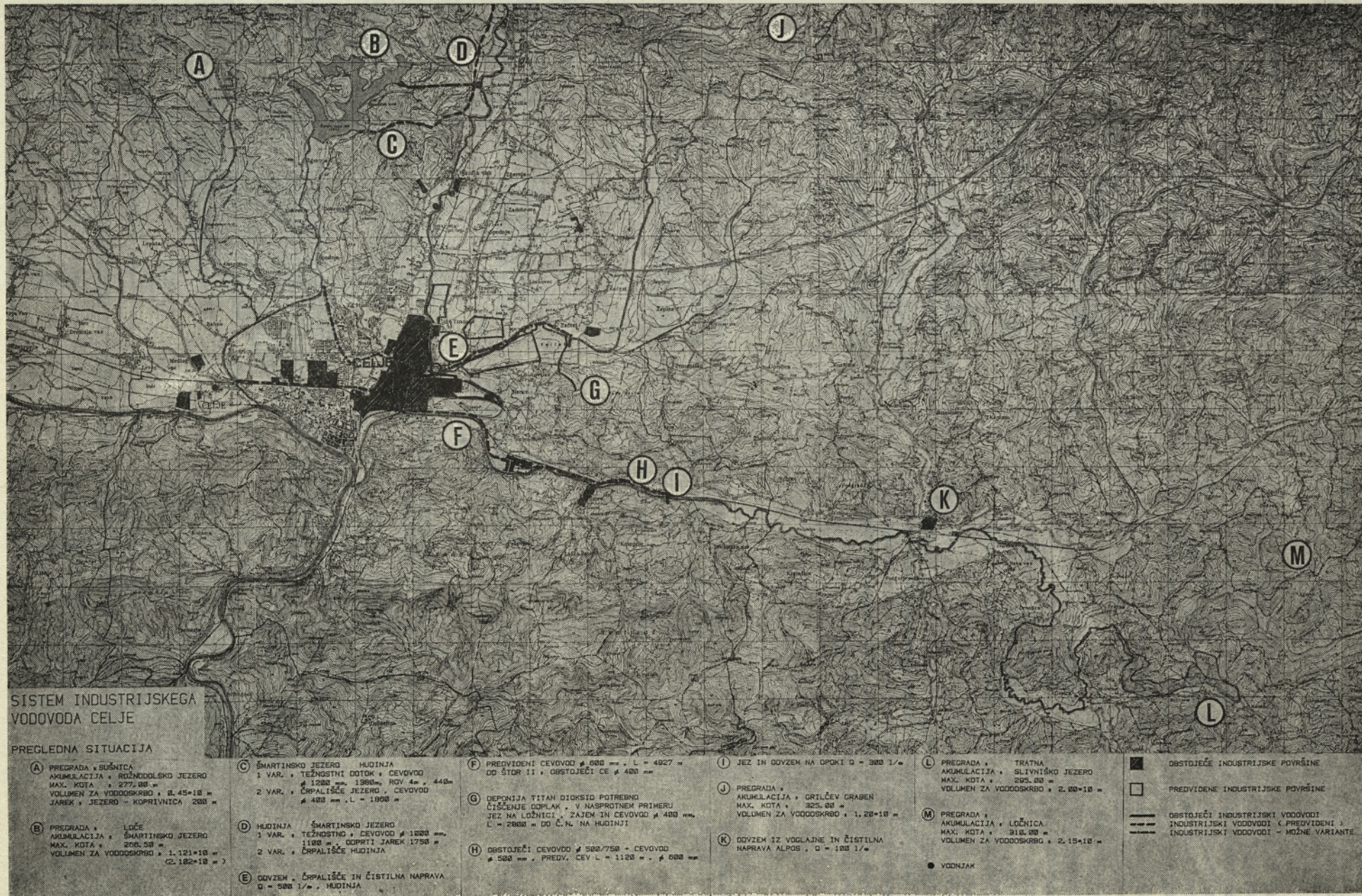
Povečanje porabe je samo 2,6 % v 6 letih. V nadaljnjem pričakujemo 2 % (p) letni prirastek porabe industrijske vode. Ta omejitev povečanja rasti potrošnje je vezana na uvedbo sodobnih tehnoloških procesov in zaprtih krogotokov v proizvodnem procesu industrije in jo narekujejo tudi omejene zaloge vode, ki bo na razpolago za industrijo. Predvidena poraba industrijske vode je podana v tabeli 3:

Preglednica 3

	Poraba vode	
	(m ³ /leto)	l/sek
1983	12.288.531	501,91
1990	14.115.659	576,54
2000	17.206.910	702,80
2010	20.975.177	856,70
2020	35.568.563	1044,32
2030	31.167.936	1273,02

Vodni viri industrije

Iz preglednice 1 je razvidno, da se danes oskrbuje iz virov pitne vode 125,9 l/sek (22 %) za industrijo. Ta delež je 36 % skupne potrošnikom dobavljene pitne vode in v zadnjih letih narašča. Poudariti je treba, da je v sušnih obdobjih v preteklosti že prihajalo do omejevanja dobav pitne vode. Kolikor želi industrija še naprej računati na ustrezen de-



Slika 1. Sistem industrijskega vodovoda Celje — pregledna situacija

lež te vode v svoji preskrbi, bo morala sodelovati pri vključitvi novih virov pitne vode v oskrbi z vodo mesta Celja. Teh virov je na razpolago v prihodnosti za 600—610 l/sek, obstoječih 230 l/sek, kar skupno zneso 830 l/sek. Od te količine lahko industrija pričakuje največ 30 % oziroma 190 l/sek.

Naslednji vodni vir je neizkoriščena podtalnica na celjskem polju. Te vode je po ocenah 90—100 l/sek ali ocenjeno 1,500.000 m³/leto.

Težišče oskrbe celjske industrije z vodo pa sta reki Hudinja in Voglajna. Sami Hudinja in Voglajna imata ob sušah premalo vode za preskrbo industrije, zato sta na Voglajni oziroma na povodju Hudinje zgrajena dva zadrževalnika (Slivniško jezero, Šmartinsko jezero), predvideni pa so še trije. Prispevek zadrževalnikov je v tem, da ob sušah bogatijo nizke pretoke v Hudinji in Voglajni in s tem zagotavljajo manjkajoče količine vode za preskrbo tako s pitno vodo kot tudi z industrijsko vodo. Prispevek uporabne prostornine zadrževalnikov je razviden iz diagrama 4.

Diagram 4

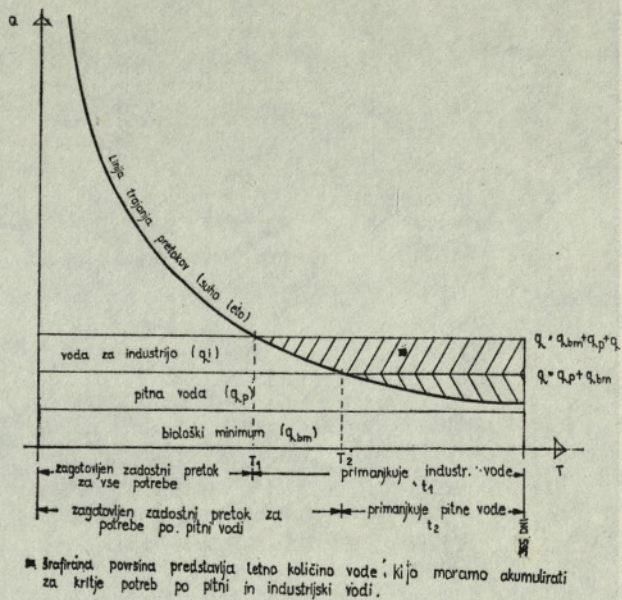


Diagram 5

DOLOČITEV MINIMALNE IZDATNOSTI Q

VOGLAJNA, AKUMULACIJA TRATNA, LOČNICA

SUHO LETO V AKUMULACIJI NA RAZPOLAGQ 4.150.000 m³ VODE

VOGLAJNA: biološki minimum 100 l/s

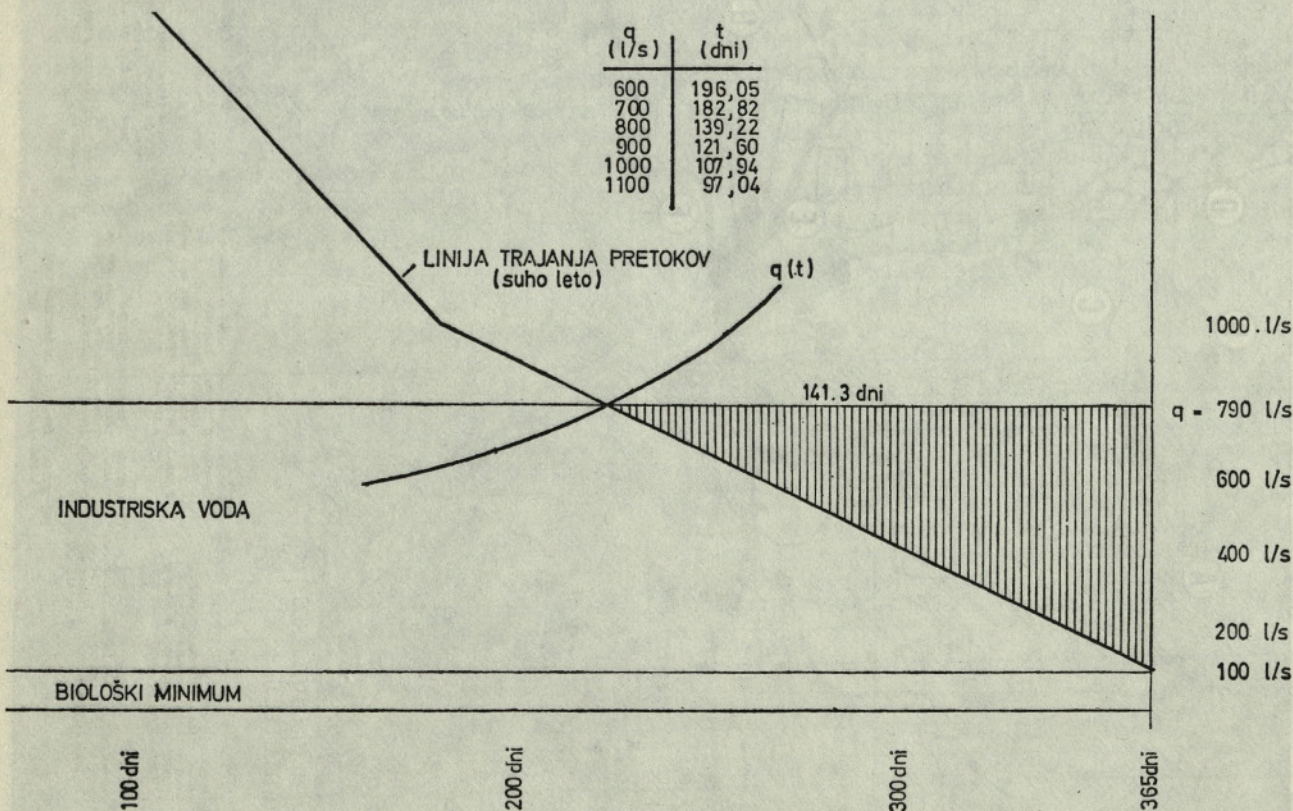


Diagram 6

DOLOČITEV MINIMALNE IZDATNOSTI Q

HUDINJA, ŠMARTINSKO JEZERO, ROŽNODOLINSKO JEZERO, GRILČEV GRABEN

HUDINJA + AKUMULACIJA ŠMARTINSKO JEZERO + SUŠNICA + VZHODNA LOŽNICA

SUHO LETO V AKUMULACIJI NA RAZPOLAGO 3.650.000 m³ VODE

HUDINJA biološki minimum 100l/s
pitna voda 250l/s

VZHODNA LOZNICA: biološki minimum +
pitna voda $\frac{10l/s}{360 l/s}$

q (l/s)	t (DNI)
500	281,64
600	211,23
700	168,98
800	140,82
900	120,70
1000	105,61

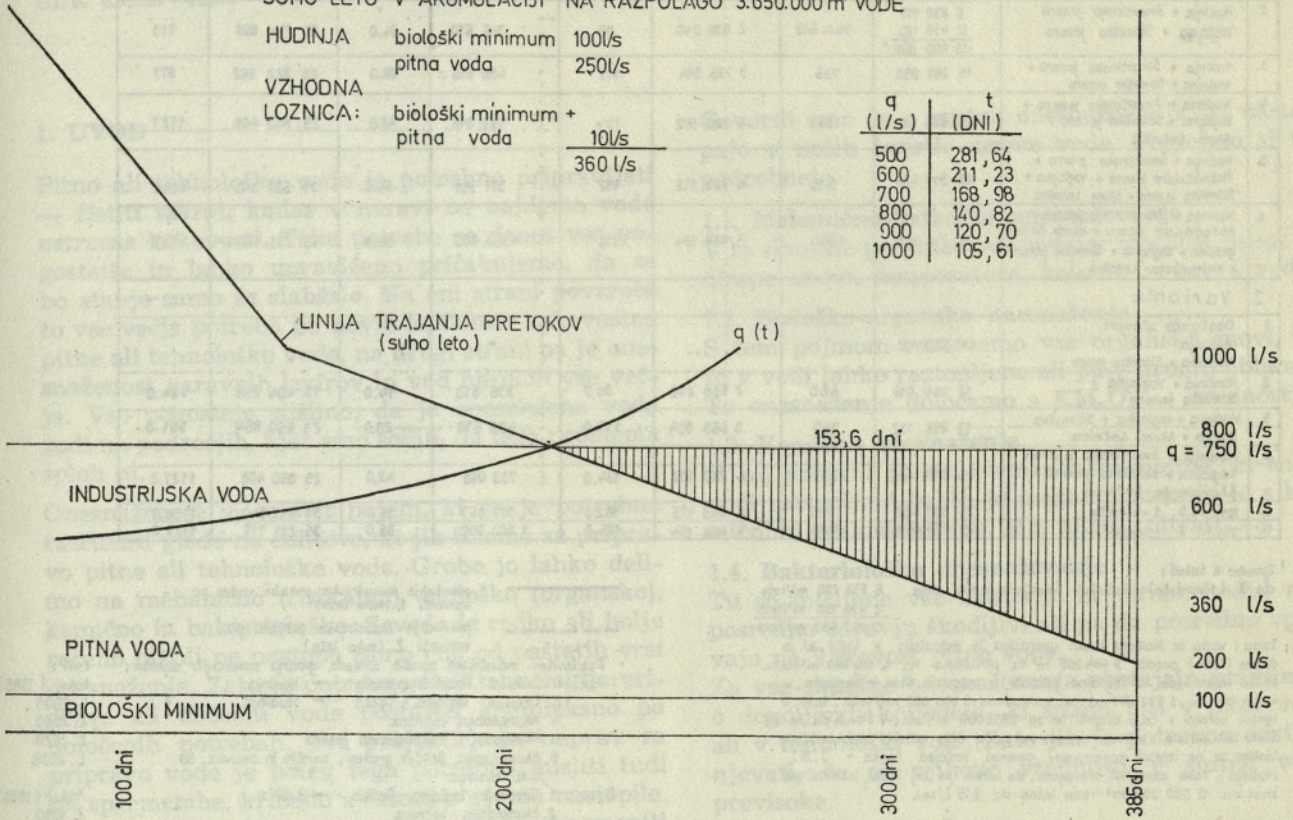
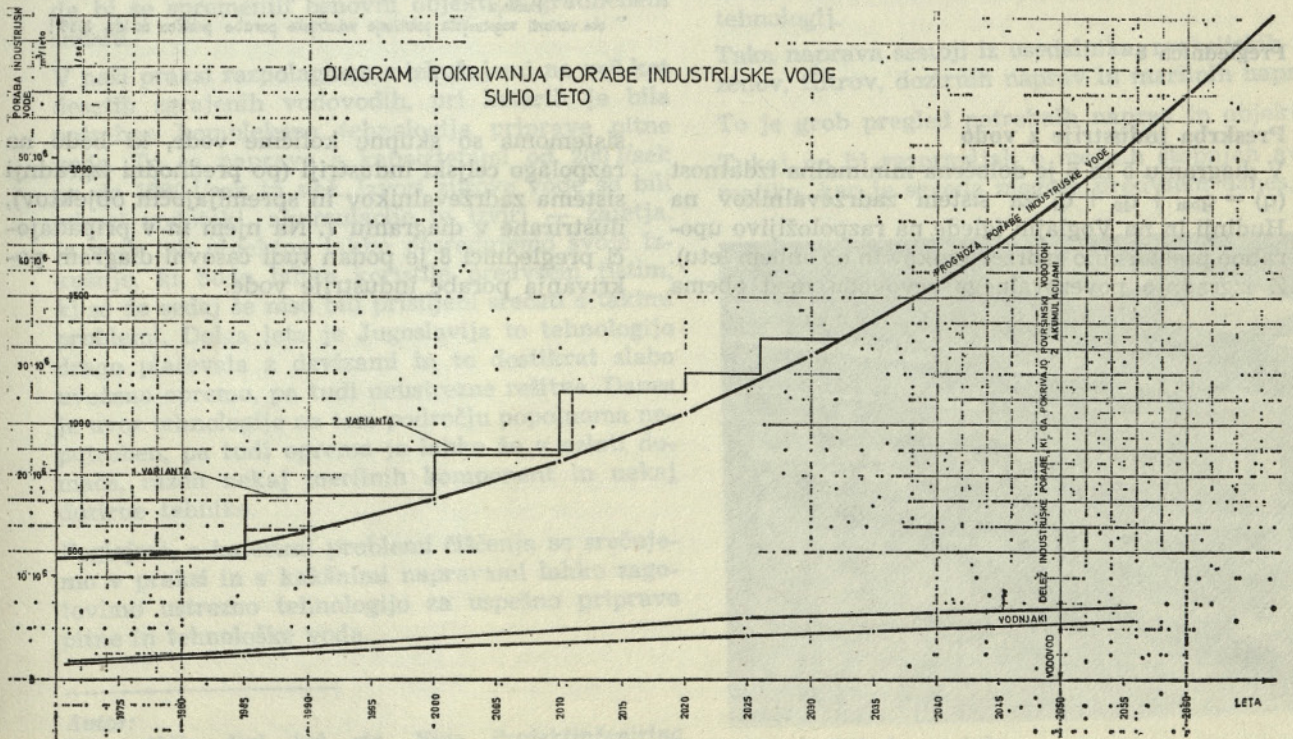


Diagram 7



POKRIVANJE PORABE INDUSTRIJSKE VODE V SUHEM LETU

4	Varianta - ...	Iz površinskih vodotokov		Iz virov pitne vode		Iz podtalnice (vodnjaki)		Skupaj	
		m ³ /leto	l/sek	m ³ /leto	l/sek	m ³ /leto	l/sek	m ³ /leto	l/sek
1.	Obstoječe stanje: Hudinja Vogljajna + Šmartinsko jezero	- 689 472							
2.	Hudinja + Šmartinsko jezero Vogljajna + Slivniško jezero	6 832 770 12 435 120 15 000 000*	cca 615	2 838 240	90	336 610	14,0	18 174 850	719
3.	Hudinja + Šmartinsko jezero + Vogljajna + Slivniško jezero	19 267 890	736	3 565 994	113	488 678	28,0	23 322 562	877
4.	Hudinja + Šmartinsko jezero + Vogljajna + Slivniško jezero + Akum. Ločnica	24 896 418	951	4 220 972	134	733 018	42,0	29 850 408	1127
5.	Hudinja + Šmartinsko jezero + Rožnodolsko jezero + vogljajna + Slivniško jezero + Akum. Ločnica	25 917 408	990	4 803 175	152	977 357	56,0	31 697 940	1198
6.	Hudinja + Šmartinsko jezero + Rožnodolsko jezero + akum. Gričev graben + Vogljajna + Slivniško jezero + Akumulacija Ločnica	28 273 563	1080	5 458 154	173	1 500 000	86,0	35 231 717	1339
2.	Varianta								
1	Obstoječe stanje: Hudinja Vogljajna + Slivniško jezero	- 689 472							
2	Hudinja + Vogljajna + Slivniško jezero	12 566 016	480	2 838 240	90,0	336 610	14,0	15 404 256	584,0
3	Hudinja + Vogljajna + Slivniško jezero + Akum. Ločnica	19 896 192	760	3 565 994	113,0	488 678	28,0	23 950 864	901,0
4	Hudinja + Šmartinsko jezero + Vogljajna + Slivniško jezero + Akumulacija Ločnica	24 896 418	951	4 220 972	134,0	733 018	42,0	29 850 408	1127,0
5	glej tč.5 1.variante	25 917 408	990	4 803 175	152,0	977 357	56,0	31 697 940	1198,0
6	glej tč.6 1.variante	28 273 563	1080	5 458 154	173,0	1 500 000	86,0	35 231 717	1339,0

Opombe k tabeli:

ad 2. (1 varianta): Hudinja + Šmartinsko jezero daje 6 832 770 m³/leto
12 435 120 m³/leto
19 267 890 m³/leto

Toda: vodo iz Hudinje lahko uporablja le industrija v Celju, ki jo danes (1984) porabi 3 484 000 m³ oz. povišamo na 4 000 000 m³/leto. Enako lahko vodo iz Vogljajne uporabi le industrija Štor in Senjuria, ki jo danes porabi 5 792 380 m³ oz. zaokroženo 6 000 000 m³/leto. Tako je možno porabo v Celju dvigniti še za 2800 000 m³/leto, v Štorah pa še za 6 400 000 m³/leto. V vsakem primeru bo nekaj vode odteklo neizkoriščene (takler se ne izgradi povezovalni cevovod Vogljajna Opoka - Č.N.: Hudinja). Tako zaenkrat ocenjujem, da lahko po tej točki izkoristimo max.cca 15 000 000 m³ vode letno oz 615 l/sek

Izgube so upoštevane v podatkih o porabi!

Preglednica 8

Preskrba industrije z vodo

V diagramu 5 in 6 je določena minimalna izdatnost (q) = q_{bm} + q_p + q_i za sistem zadrževalnikov na Hudinji in na Vogljajni (glede na razpoložljivo uporabno prostornino zadrževalnikov in ob suhem letu). Z izgradnjo povezovalnega cevovoda med obema

————— pokrivanje industrijske porabe vode po varianti 1. (suho leto)

- - - - - pokrivanje industrijske porabe po varianti 2. (suho leto)...

• Zagotovitev industrijske porabe zahteva gradnjo naslednjih objektov:

- | | |
|--|-------------------|
| 1 var.: 1. Cevovod Šmartinsko jezero → Hudinja | rok: takoj (1985) |
| 2. Cevovod Vogljajna - Opoka → Hudinja | L. 2000 |
| 3. Akumulacija Ločnica | L. 2010 |
| 4. Akumulacija Rožnodolsko jezero | L. 2020 |
| 5. Akumulacija Gričev graben, zajetje in cevovod do Č.N. Hudinja | L. 2026 |
| 2 var.: 1. Cevovod Vogljajna - Opoka → Hudinja | takoj (1985) |
| 2. Akumulacija Ločnica | L. 1990 |
| 3. Cevovod Šmartinsko jezero → Hudinja | L. 2011 |
| 4. Akumulacija Rožnodolsko jezero | L. 2020 |
| 5. Akumulacija Gričev graben, zajetje in cevovod do Č.N. Hudinja | L. 2026 |

* obe varianti zagotavljata pokrivanje industrijske porabe približno do leta 2035!

sistemoma so skupne količine vode, ki bodo na razpolago celjski industriji (po predhodni izgradnji sistema zadrževalnikov in spremljajočih objektov), ilustrirane v diagramu 7. Na njem in v pripadajoči preglednici 8 je podan tudi časovni diagram pokrivanja porabe industrije vode.

Izkušnje pri projektiranju in izvajanju naprav za pripravo pitne in tehnološke vode

UDK 628.16+628.3

JANEZ GALE

1. UVOD

Pitno ali tehnološko vodo je potrebno pripravljati — čistiti takrat, kadar v naravi ne najdemo vode ustrezne kakovosti. Take potrebe so danes vse pogostejše in lahko upravičeno pričakujemo, da se bo stanje samo še slabšalo. Na eni strani povzročajo to vse večja potreba po novih količinah kakovostne pitne ali tehnološke vode, na drugi strani pa je onesnaženost naravnih izvirov in vod nasploh vse večja. Vse pogosteje slišimo, da je onesnažena voda tudi na področjih, kjer smo sodili, da tega problema sploh ni.

Onesnaženost je celovit pojem, ki ga je potrebno razčleniti glede na zahteve, ki jih imamo za pripravo pitne ali tehnološke vode. Grobo jo lahko delimo na mehanično (fizikalno), biološko (organsko), kemično in bakteriološko. Seveda le redko ali bolje rečeno nikoli ne nastopa samo eno od naštetih vrst onesnaženja. Zato je potrebno tudi tehnologijo priprave ali čiščenja vode postaviti kompleksno po določenih potrebah. Pri projektiranju naprav za pripravo vode je poleg tega potrebno misliti tudi na spremembe, ki bodo s časom verjetno nastopile. Zato je dobro, da so naprave sposobne spremeniti tehnologijo in se prilagoditi novim potrebam, ne da bi se spremenili osnovni objekti v gradbenem smislu.

V naši praksi razpolagamo z izkušnjami na več kot desetih zgrajenih vodovodih, pri katerih je bila potrebna kompleksna tehnologija priprave pitne vode. To so naprave s kapacitetami od 200 l/sek pa do 1200 l/sek in več. Izvori surove vode so bili odprti vodotoki, akumulacije in izviri — zajetja. Iz vseh teh objektov lahko posredujemo svoje izkušnje, ki bodo lahko koristile predvsem tistim, ki se do sedaj še niso bili prisiljeni srečati s takimi problemi. Dolga leta je Jugoslavija to tehnologijo drago plačevala z devizami in to dostikrat slabo uvoženo opremo, pa tudi neustrezne rešitve. Danes je uvoz tehnologije na tem področju popolnoma nepotreben, pa tudi oprema je lahko že v celoti domača, razen nekaj merilnih komponent in nekaj dozirnih tehnike.

Poglejmo, s katerimi problemi čiščenja se srečujemo v praksi in s kakšnimi napravami lahko zagotovimo ustrezno tehnologijo za uspešno pripravo pitne in tehnološke vode.

Govorili smo že o vrstah onesnaževanja, ki nastopajo v naših izviri surove vode. Poglejmo si to podrobneje.

1.1. Mehanično-fizikalno onesnaževanje

V to skupino parametrov spadajo: motnost, suspendirane snovi, temperatura, koloidi in barva vode.

1.2. Biološko-organska onesnaženja

S tem pojmom razumemo vse organske snovi, ki so v vodi lahko raztopljeni ali pa v drugih oblikah. To onesnaženje določamo s KM_nO_4 — vrednostjo.

1.3. Kemično onesnaženje

V tej skupini so vsi elementi in spojine, ki so v vodi raztopljeni in jih je možno odstraniti le s kemičnimi reakcijami (Fe, Mn, nitriti, nitrati...).

1.4. Bakteriološko onesnaževanje

Tu so mišljene vse bakterije in virusi, bodisi neposredno zdravju škodljivi ali pa da posredno vplivajo na kakovost pitne vode.

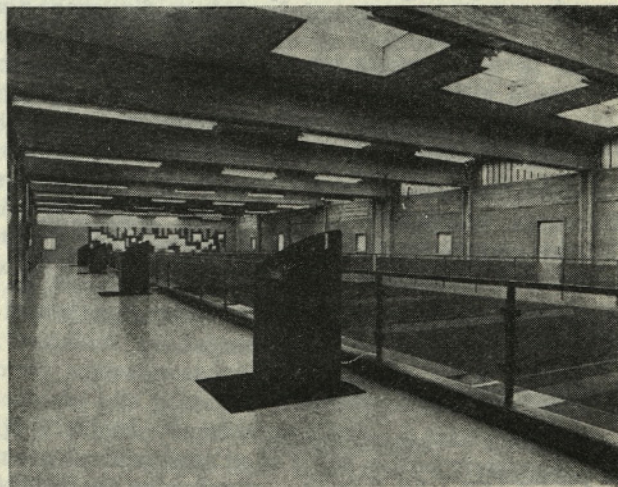
Za vse skupine onesnaževanja obstajajo pravilniki o dovoljenih količinah, ki smejo biti v pitni vodi ali v tehnološki vodi. Zato jih je potrebno odstranjevati, če so njihove vrednosti v surovi vodi previsoke.

Za celotno tehnologijo priprave pitne vode je potrebno imeti naprave, ki so sposobne združiti več tehnologij.

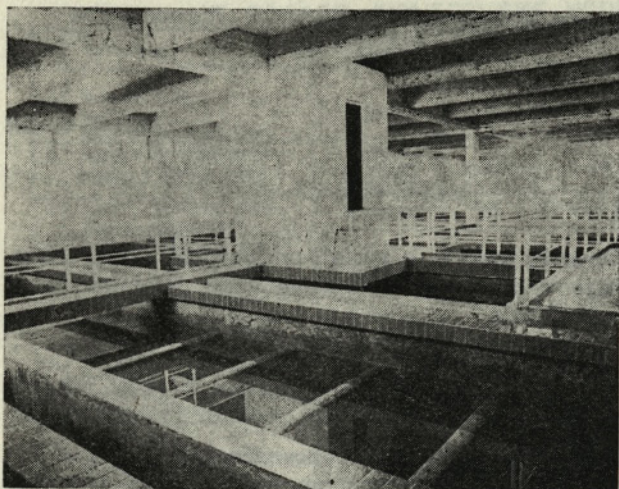
Taka naprava sestoji iz usedalnika, reakcijskih bazenov, filtrov, dozirnih naprav in merilnih naprav.

To je grob pregled potrebnih naprav in objektov.

Tukaj ne bi razpravljali o možnih stopnjah avtomatike, kar je seveda mogoče predvsem danes, ko



Slika 1. Filtrska postaja



Slika 2. Usedalniki — pulzatorji

že razpolagamo z možnostjo računalniškega vodenja procesov.

Poglejmo si po vrsti posamezne dele celotne naprave, njihove karakteristike ter dobre in slabe strani posameznih izvedb. Pred tem pa bi radi še poudarili, da je za projektiranje in uspešno izvedbo takih naprav premalo samo teoretična in laboratorijska osnova. Veliko je objektov v Jugoslaviji, ki so bili zgrajeni samo na takih osnovah, pa danes delajo slabo ali pa z velikimi težavami.

Vedno je potreben preizkus na pilotni napravi, ki je sposobna v malem (kapacitete najmanj 2 l/sek) preizkusiti vsako tehnologijo. S tem se ne samo izognemo grobim napakam, ampak lahko tudi natančno določimo parametre za projektiranje, kot so hitrost usedanja, poraba kemikalij, potrebni časi reakcij in s tem velikost posameznih objektov, hitrost filtracije in podobno.

2. USEDALNIKI

V usedalnikih odstranjujemo predvsem mehanske nečistoče, vendar pa lahko s primernimi dodatki — kemikalijami tudi organske in kemične snovi.

Dober usedalnik mora omogočiti dobro mešanje z dodatnimi kemikalijami, proces flokulacije in proces usedanja. Pri tem moramo imeti možnost kontrole posameznih faz od mešanja do usedanja.

Pri usedalnikih sta pomembna dva pojma: čas zadrževanja (volumen) in površinska obremenitev (hitrost vode v coni usedanja). Časi zadrževanja so običajno od 2—3 ur. Površinska obremenitev, ki je odvisna od hitrosti usedanja delcev, pa je od 2,5 do 3 m/h.

Poznamo več tipov usedalnikov:

- reaktorji — raznih izvedb,
- pulzatorji,
- laminarni usedalniki.

2.1. Reaktorji

Pod nazivom reaktorji razumemo usedalnike, ki so okrogle oblike in imajo vgrajeno v vodnem delu opremo, kot so: mešalo, mešalni cilindri, konusi, skreper. Ta oprema je v glavnem pod vodo, zato so reaktorji neugodni za vzdrževanje. Poleg tega so za regulacijo procesa mešanja potrebni dragi in komplicirani pogoni z brezstopensjimi variatorji. Za pripravo pitne vode se jih izogibamo, ne moremo pa brez tega tipa usedalnika, kadar imamo težak mulj ali pesek. Taki primeri nastopajo pri hladnem mehčanju vode z apnom in pri čiščenju odpadnih vod z železom in podobno.

2.2. Pulzatorji

S tem nazivom razumemo usedalnike, pri katerih mešamo vodo s kemikalijami in vzdržujemo mulj v lebdečem stanju s pomočjo pulzacij, ki jih dobimo s pomočjo vakuumskih agregatov. Pulzacije lahko spreminjamo samo z regulacijo količine zraka in višino dviganja in spuščanja vode v zvonu. Tu nimamo pod vodo nobene strojne opreme. Po obliki so to pravokotni objekti, ki so tudi primernejši za gradbeno izvedbo.

2.3. Laminarni usedalniki

Ti usedalniki so v osnovi lahko kateregakoli tipa, vendar z vgrajenimi lamelami. Z vgradnjo lamel se močno poveča učinkovitost usedanja, zveča se površinska obremenitev in s tem zmanjša objekt. Vgradnja lamel pa je v investicijskem smislu toliko dražja, da se bolj splača graditi večje klasične usedalnike.

Ker je po naših izkušnjah najprimernejši tip usedalnika pulzator, naj še poudarimo, da zanje ni potrebna nobena uvozna oprema. Njegovo vzdrževanje in čiščenje je enostavno. V njem lahko iz vode odstranimo poleg motnosti še s primernim dodajanjem kemikalij tudi železo, mangan, fenole, organske snovi in drugo.

Po usedalniku je voda pripravljena za filtracijo. Znano je dejstvo, da, kar se ne da flokulirati, se tudi ne more filtrirati. Zato je potrebno posvetiti največjo pozornost procesom v usedalniku, to je flokulaciji in koagulaciji.

3. FILTRICIJA

O filtraciji je ogromno teorij, ogromno tipov filtrov, ki pa se morda obnesejo samo v posebnih primerih. Za pripravo pitne vode je najbolj primeren tako imenovani hitri odprti peščeni filter, ki ga peremo z zrakom in vodo v protitoku glede na smer filtracije. Filtri so lahko različne velikosti, vendar menimo, da pri objektih kapacitete do 1200 l/sek niso upravičeni večji kot ca. 40 m² površine. Če je filter večji, so večji tudi črpalni agregati za pranje filtra, kar podraži objekt. Najprimernejša hitrost filtracije je med 5 in 10 m/h. Pranje z zrakom je s hitrostjo do 60 m/h, z vodo pa v začetku 10, na koncu pa 20 m/h.

Druga pomembna stvar je filtrski material in njegova granulacijska sestava. Najcenejši in najpri-

mernejši je kremenčev pesek z 99 % čistočo. Mora pa imeti koeficient uniformnosti okrog 1,5 in efektivni premer med 0,5 in 1,2 mm. Vse te lastnosti ima filtrski pesek iz Puconcev.

Naslednji pojem pri filtraciji je še izguba pritiska oziroma zamašenost filtra. Izguba pritiska — razpoložljiva višina se sčasoma spreminja. Pri klasičnih filtrih, ki jih uporabljamo pri pripravi pitne vode, je to običajno 2 m. Ker so lastni upori filtra okoli 0,5 m, imamo na razpolago med dvema pranjema 1,5 m. Ker ima čist filter manjši upor, je potrebno vgrajevati regulacijsko loputo, tako da omogočimo vedno konstantno hitrost filtracije.

Najenostavnejša je pnevmatska regulacija filtrov, ki se izvaja v celoti z domačo opremo.

Pri gradnji filtrov je možno celo vrsto elementov izdelati v betonarnah in se na terenu samo sestavljajo. Taki so filtrske plošče, nosilci, kanali in podobno. S tem se gradnja poceni in pospeši.

Pod filtri so običajno rezervoarji, kjer se izvaja zaključna faza obdelave vode. To je največkrat samo dezinfekcija s klorom ali katerim drugim sredstvom, včasih pa, če je to potrebno, še poboljšanje drugih lastnosti, kot so dodajanje fluora (Srbija ima to predvideno z zakonom), dodajanje zasičene raztopine apnenega mleka za stabilizacijo trdote, korektura pH vrednosti in drugo.

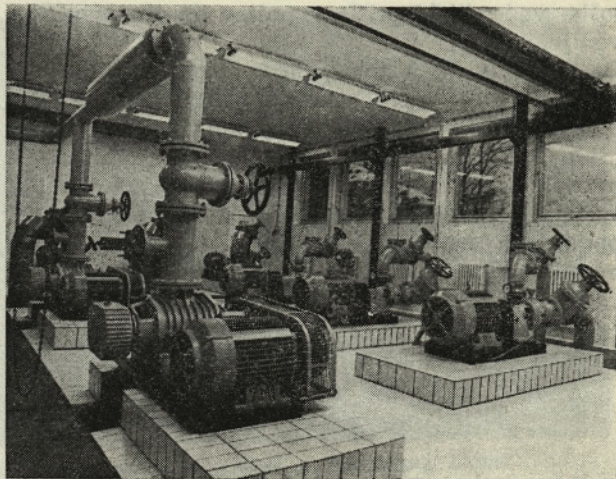
4. DOZIRANJE KEMIKALIJ

Omenili smo že, da je pri pripravi pitne vode potrebno doziranje več kemikalij, odvisno od tega, kaj je potrebno iz vode odstraniti. Dozirajo se običajno raztopine, ki jih posebno pripravljamo, lahko pa doziramo kemikalije tudi v suhem stanju, ponavadi praškastem. Od tega je odvisen izbor dozirne opreme. Za doziranje raztopin so potrebne dozirne črpalke, ki so vsaj za večje kapacitete (nad 50 l/h) še vedno uvozne. Za doziranje suhe snovi pa so »suhi« dozatorji, ki so tudi zaenkrat še uvozni. Dozirne naprave morajo imeti ne glede na tip in vrsto možnost regulacije, in to med samim pogonom. Le take dozirne naprave so dobre in uporabne v tehnologiji priprave vode, ki mora biti, kot smo že ugotovili, zelo elastična.

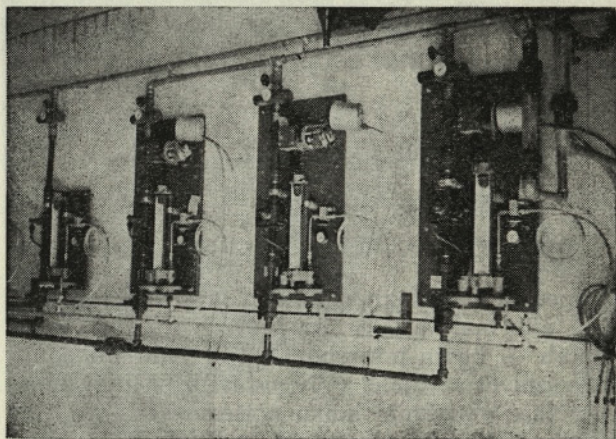
5. SPLOŠNI ZAKLJUČKI IN POTREBE V SLOVENIJI

Do sedaj smo ugotovili, kakšen naj bi bil dober objekt za pripravo pitne vode ali tehnološke vode, kakšno opremo naj bi imel in kje so bile največkrat storjene napake. Res je, da je Slovenija potrebovala le malo takih objektov in da zato ni kakega splošnega razširjenega znanja v tem področju. Tu mislim predvsem na znanje pri porabnikih.

Naprave za pripravo pitne vode so se gradile v največji meri drugod po Jugoslaviji, kjer ni dovolj dobrih in izdatnih virov. Prav zato pa imamo danes v Sloveniji možnost, da se izognemo vsaj tistim napakam, ki so jih že storili drugi in zanje vemo.



Slika 3. Oprema za pranje filtrov



Slika 4. Avtomatsko proporcionalno doziranje klora

Slovenija se bo zelo kmalu v večjem obsegu srečala z objekti za pripravo pitne vode, čeprav so prvi že zgrajeni (Postojna, Celje, Gorica, Velenje, manjši v Ljubljani in drugi). Nekaj objektov v Sloveniji je bilo potrebnih, ker so se razpoložljivi viri poslabšali ali pa smo jih izkoriščali prek njihovih naravnih maksimalnih kapacitet. Vsi so se gradili, šele ko je problem že nastopil in zato ni bilo časa za dober premislek, predvsem pa ne za pilotne poizkuse, ki bi potrdili projektirano tehnologijo. Vse manj bomo lahko računali na dobro in zdravo podtalnico, ki je v Sloveniji še v večini primerov izvor pitne vode. Poseči bo treba po akumulacijah, tako kot drugod v Jugoslaviji in po svetu. V skrajnem primeru pa bo potrebno celo uporabljati odprte vodotoke.

Po naših izkušnjah bi bilo potrebno, dokler je še čas, raziskati predvsem obstoječe akumulacije in njihovo uporabnost za pridobivanje pitne vode. Določiti bi bilo potrebno v naprej potrebne tehnologije s pilotno napravo. »NIVO« s tako pilotno napravo že razpolaga in je z njo možno preizkusiti praktično vse tehnologije priprave pitne in tehnološke vode.

loške vode, ki bi prišle v poštev na območju Slovenije.

Druga pomembna stvar, na katero bi radi opozorili, pa je, da se v zadnjem času vse pogosteje pojavljajo problemi onesnaževanja vode s fenoli (Škofja Loka). To so ponavadi presenečenja, ki nastanejo ob nepazljivem ravnanju s snovmi, ki vsebujejo fenole. Pojavljajo se iznenada in jih zopet nekaj časa ni. Za ta primer onesnaževanja bi morali vodovodi biti prav tako pripravljeni in že

sedaj zgraditi potrebne naprave, da bi bile na razpolago v času potreb.

Vse te izkušnje, ki smo si jih nabrali pri več kot 10-letnem delu na tem področju, bi bilo potrebno izkoristiti tudi doma, in to za bodočnost. Tako problemov ne bi bilo potrebno reševati zadnji trenutek, ampak bi imeli rešitve lahko že pripravljene, študijsko in eksperimentalno obdelane in ovrednotene, takrat, ko jih bomo potrebovali.

Armiranobetonske centrifugirane valjane cevi Nivo

UDK 628.24:691.32

UVOD

O uporabi betonskih cevi smo gradbeniki v zadnjih letih malo pisali. Kar prevzeli smo se ob novitetah — novih materialih, ki so nam jih ponujali razni proizvajalci v Jugoslaviji, pa tudi zunaj nje. Naše obnašanje lahko opišemo kot »vse tuje je dobro, domače zanič«. Proizvajalci so se usmerili v prevzem raznih licenc, ki so v surovinskem pogledu odvisne od uvoženih surovin. V času, ko so bile uvožene surovine iz znanih razlogov »poceni«, je razumljivo, da so ti proizvodi potisnili ob stran klasične materiale — beton. Beton je bil naenkrat predrag, pretežak, skratka, neuporaben.

V sedanji gospodarski situaciji so se zadeve obrnile. Proizvodnja, ki je odvisna od uvoženih surovin, je postala draga. Postopno se miselnost obrača, ponovno smo se začeli zanimati za tisto ono — klasične betonske materiale.

V zahodnem svetu, v precejšnji meri pa to drži tudi za Vzhod, zlasti za ZSSR, Bolgarijo in ČSSR, betonskih proizvodov niso nikoli odrivali, kot je bilo to pri nas. Razvojna pot v teh deželah je bila drugačna. Betonske cevi od najenostavnejših oblik in tehnologij so nenehno razvijali do današnjih dni. Uporaba betonskih, armiranobetonskih in prednapetih cevi predstavlja v teh deželah najmnožičnejši proizvod, saj z njim pokrivajo več kot

NIKO ROŽIČ, MARKO PLANINŠEK
IN ALOJZ ROVAN

90 % potreb. Osnovni razlog je sprejemljiva cena, kvaliteta in surovina, ki jo je relativno dovolj povsod.

NEKAJ O ZGODOVINI PROIZVODNJE BETONSKIH CEVI

Z iznajdbo cementa se pričinja zgodovina betonskih cevi. Z izgradnjo prve cementne tovarne v Nemčiji leta 1850 se prične tudi proizvodnja cevi. Le-te so se v začetku izdelovale v lesenih ali opečnih opazih, na enostaven način s tlačanjem betona, z ročnimi nabijači. Ni trajalo dolgo, ko so se pojavili stroji za zgostitev betona, stiskalnice, centrifuge, vibratorji, ki so seveda izboljšali kakovost vgrajevanja betona.

S povečanimi zahtevami, zaostritvijo predpisov v svetu v pogledu varstva okolja, je razvoj betonskih in armiranobetonskih ter prednapetih cevi doživel še nadaljnji napredek. Pri gradnji cevovodov se začenja z razvojem mehanizacije opuščati gradnja kanalov na kraju samem, vedno bolj se začenja uporabljati industrijski način proizvodnje, saj je ta v kakovostnem oziru lahko mnogo boljša.

Posebno skrb je razvoj namenil spojem posameznih cevni elementov. V zgodovini, pa tudi še danes, je teh rešitev veliko, od najpreprostejših togih spojev, spojev na pero in utor, pa novejših na pero in obojko.

Splošno veljavno pravilo je, da se pri betonskih, armiranobetonskih in prednapetih ceveh pretežno uporabljajo gibljivi spoji — gibki spoji. Gibki spoj deluje kot členek, pa se zato upogibni momenti

Avtorji:

Niko Rožič, dipl. inž. geod., gradb. inž., Hidrogea — poslovna skupnost, Rakovlje 30, Marko Planinšek, dipl. inž. gradb., Nivo Celje, Jenkova 15, Celje in Alojz Rovnan, dipl. inž. gradb., Nivo Celje, Vransko 89

ne morejo prenašati iz ene cevi na drugo kakor pri togih spojih. Vsaka cevna zveza je podvržena spremenjenim pogojem od znotraj in od zunaj; spreminja se notranji pritisk, hidrodinamični pritisk, spreminja se temperatura, nastajajo vibracije zaradi prometnih obtežb in premikov zemlje — potres, zemljina okrog cevododa je mokra, pa zopet suha, v odvisnosti od vremenskih razmer ali višine podzemne vode in drugo. Še posebno močni so taki vplivi na rušnih področjih rudnikov, kjer pride do občutnih zemeljskih premikov. Ob takih pogojih moramo graditi cevovod v členkasti izvedbi, ne samo zaradi doseganja vodotesnosti kanala, ampak predvsem zaradi ohranitve intaktnega stanja cevododa. Ob pomikih, posedkih zemljin prihaja do udarca na cevi in do vzdolžnih deformacij. Če te vplive ocenimo in jih vzamemo v račun in seveda pravilno izberemo material in cevni spoj, bo naš sistem trajno služil namenu.

Od vseh danes znanih gibkih spojev se je v praksi najbolj obnesel gibki spoj, izveden z drsnim tesnilom. Prednost tega je v njegovi neodvisnosti od zamika ali preskoka iz ležišča, saj drsno tesnilo pri sami montaži in v končni fazi, ko tesni, ostaja na mestu namestitve.

Povečane zahteve po vodotesnosti in gibkosti sistema izločajo take spoje, izvedene s cementno malto. Gumijasto tesnilo mora seveda ustrezati vsem zahtevam kakovosti. Guma je naravna ali sintetična; v mnogih primerih pa se ji dodajajo še razna polnila, mehčala, sredstva za preprečitev staranja, dodatki za elastičnost in trajnost. Zmotno je mišljenje, da samo z naravnim kavčukom dobimo dobra tesnila; s sintetičnimi materiali so celo nekatere karakteristike presežene. V Jugoslaviji glede kakovosti nimamo posebne izbire, vsi slovenski proizvajalci pa tudi pretežni del jugoslovanskih uporabljajo tesnila SAVA Kranj, ki te izdeluje v skladu z DIN 4060. V pogledu profila gumijastih tesnil izdelava proizvajalec želeno obliko.

MOŽNOSTI UPORABE BETONSKIH CEVI, ARMIRANOBETONSKIH IN TLAČNIH CEVI S PRIPADAJOČIMI FAZONSKIMI DELI PO NAMENU UPORABE

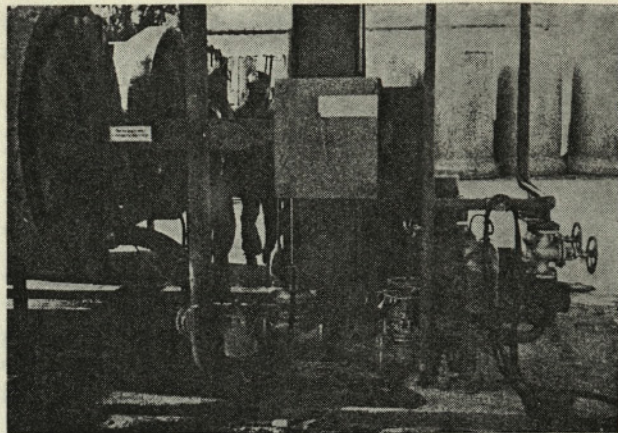
Uporabnost je izredno široka. Uporabljajo se lahko pri naslednjem:

1. Odvod vode, kanalizacija

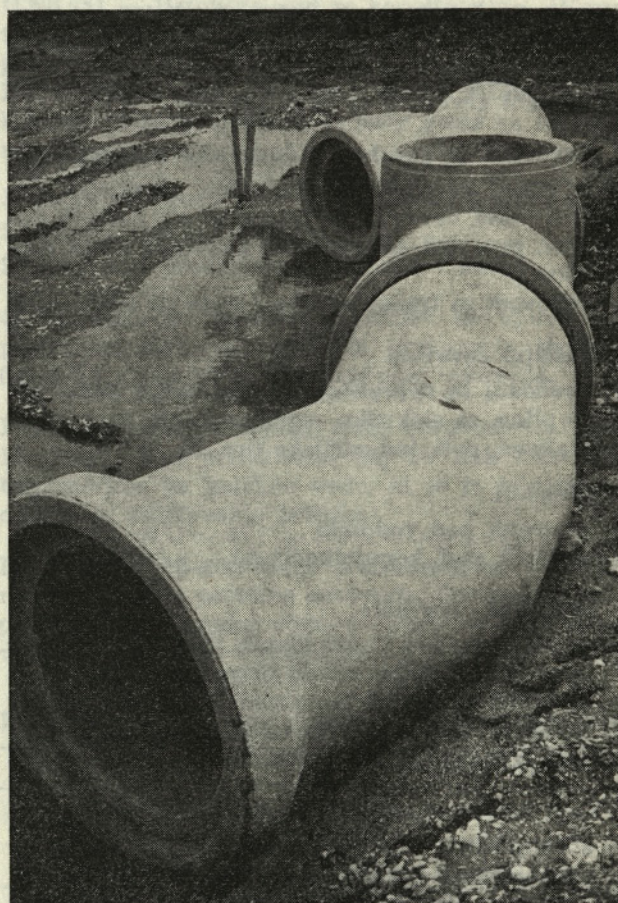
- odvod odpadne vode
- odvod meteorne vode
- odvod mešane vode
- odvod odpadne vode vključno s kemično industrijo

2. Preskrba z vodo:

- preskrba s pitno vodo
- preskrba s tehnološko vodo za industrijo, kmetijstvo, namakanje, požarna voda



Slika 1. Proizvodnja cevi v Vrbju pri Žalcu



Slika 2. Loki, jaški, odcepi — v montažni izvedbi

3. Hladilna voda:

- cevovodi za hladilno vodo v termocentralah
- cevovodi v nuklearnih centralah in drugih atomskih reaktorjih
- cevovodi za industrijske namene

4. Hidrocentrale:

- dovodi na turbine iz akumulacij
- črpalni cevovodi



Slika 3. Gradnja kanala s centrifugiranimi cevmi Nivo

- talni izpusti
- obtočni cevovodi za časa gradnje

5. Cevovodi za posebne industrijske namene

- zahtevni cevovodi za izpiranje, transport kemičnih snovi, cevovodi za transport olj, naftnih derivatov, cevovodi za transport različnih suhih materialov
- cevovodi za transport vroče vode ali vroče pare

6. Zaščitni cevovodi

- prehodni in neprehodni za instalacije pitne vode in plina, za elektriko, signalne kable, transportne trakove, poti, industrijske tire itd.

7. Prehodi:

- cevovodi pod vodotoki
- prehodi pod komunikacijami,

8. Drenažni cevovodi:

- odvajanje vode iz gradbenih jam
- cevovodi za stalni odvod drenažne vode
- cevovodi za odvod talne vode pri visoki talnici
- drenažni cevovodi v cestah, letališčih, jamah, plovnih kanalih in industrijskih kanalih

9. Cevi za rezervoarje (pokončni in ležeči)

- shranjevanje odpadne in pitne vode
- shranjevanje raznih materialov kot silaža, pesek, cement, olje, kemični materiali itd.

10. Cevi za stolpe, pilote in opore:

11. Cevi za jaške:

- vstopni in kontrolni jaški na cevovodih različnih vrst
- vodnjaki
- jaški za odpadke
- cevi za reklamne namene — plakatiranje

12. Cevi za zaščito:

- zaklonišča, izvedena ležeče
- zaklonišča, izvedena stoječe

PROIZVODNJA IN DRUGE KARAKTERISTIKE ARMIRANOBETONSKIH CEVI NIVO

V današnji gospodarski situaciji je še kako pomembna proizvodnja armiranobetonskih centrifugiranih cevi. Že pred osmimi leti, ko smo preučevali razmere na jugoslovanskem tržišču, smo izhajali iz predpostavke, da nam je za delo in proizvodnjo potreben cevni material, ki bo izdelan iz domačih surovin, neodvisen od uvoza. Od več variant se je NIVO odločil za armiranobetonske centrifugirane valjane cevi, ki jih danes izdeluje v skladu s standardom JUS UN 1052. Danes NIVO proizvaja armiranobetonske centrifugirane cevi po tehnologiji firme ZUBLIN.

Prednosti armiranobetonskih centrifugiranih cevi so:

1. Cevovodni sistemi, izvedeni s proizvodi NIVO, so danes na trgu zelo konkurenčni;
2. proizvod predstavlja izdelek, ki je v celoti neodvisen od uvoženih surovin in opreme. Novi proizvod predstavlja torej nadomestilo za proizvode, ki so odvisni od uvoza;
3. nova proizvodnja nudi cevovodni sistem, ki ima dolgo življenjsko dobo. Le redki do sedaj uporabljeni materiali jamčijo življenjsko dobo 100 let, kakor je pri armiranobetonskih centrifugiranih ceveh visoke marke MB 50—70;
4. zaradi izredne gostote betona in nizkega vodo-cementnega faktorja 0,38—0,42 so cevovodi odporni proti močno agresivnim tekočinam in vodotesni, zato dodatni premazi skoraj niso potrebni oziroma le v primeru delovanja zelo močno agresivnih substanc;
5. varnost cevovodov je popolna zaradi gibkih spojev z drsnim gumijastim obročem in možnim odklonom iz smeri ter dobro nosilnostjo, ki jo kupec lahko poljubno izbira na podlagi statičnega dimenzioniranja;
6. gradnja tlačnih cevovodov do 0,25 MPa (2,5 atm) je še posebej zanimiva in konkurenčna. Uporabnost cevi za male hidrocentrale, vodovode od zajetja do rezervoarja je v praksi že dobila potrditev;
7. Celoten kanalski ali drug cevovodni sistem se izdelava do vseh podrobnosti pri proizvajalcu. Proizvajalec serijsko izdeluje tipizirane loke, odcepne dele, montažne jaške in druge prefabricirane armiranobetonske cevne izdelke po želji kupca. Vsi ti izdelki predstavljajo glede na tehnologijo vgrajevanja betona v tovarni z obveznim zaparjenjem dobro kakovost proizvodov. Na podlagi geodetskega posnetka, projekta, izdelava proizvajalec v kratkem času in po konkurenčnih cenah celotni sistem in ga na željo kupca tudi montira;
8. NIVO je uspel v sorazmerno kratkem času standardizirati proizvodnjo tako, da je skladna z JUS standardom JUS.U.N1.052. Izdelali smo podrobna

navodila za hidravlični preračun omrežja, statični račun s fundiranjem, navodila za deponiranje, manipulacijo in transport, tesnjenje in spajanje, vgraditev in zasip in navodila za preizkus vodotesnosti. Na željo kupca, projektanta, investitorja posredujemo podrobne načrte posameznih elementov cevnega sistema, vključno s tipskimi montažnimi jaški, loki, odcepnimi deli in drugo;

9. ker je vgraditev armiranobetonskih centrifugiranih cevi enostavna, v večini primerov se le-te polagajo na peščeno posteljico, so cevovodi zgrajeni po tem sistemu tudi od 30—100 % cenejši od do sedaj uporabljenih sistemov.

TESNENJE IN SPAJANJE

Spajanje cevi poteka s pomočjo gumijastega tesnilnega obroča. Pri objektih, ki zahtevajo višjo vodotesnost, pa se spoji dodatno tesnijo z dvema tesniloma — labirintno. Tesnilni obroč je material, odporen proti agresivnim substancam in staranju v skladu z DIN 4060. Dobavljen je s cevmi.

Cevi stiskujejo z bagrom ali Türfor napravo, kjer posebno pazijo, da obojkina krivina enakomerno zagrabljuje tesnilni obroč.

Odklon cevovodov:

Majhne spremembe cevovoda v horizontalni in vertikalni smeri je zaradi elastičnih spojev mogoče izvesti z odklonom v posameznem spoju cevi. Odklon je dovoljeno izvesti šele, ko je cev premočrtno in centrično spojena.

Odklone morajo spremljati natančne meritve, saj večji odkloni od dovoljenih ne zagotavljajo vodotesnosti stika.

Če se naslonimo na DIN 19543, znaša dopustni odklon na spoj:

φ 250—500	1,5°
φ 600—800	1,0°
φ 1000—1500	0,5°
φ 1600	po navedbi

PREIZKUS VODOTESNOSTI

Priprava preizkusa vodotesnosti:

Preizkus vodotesnosti moramo izvršiti na nezastitem cevovodu, vendar ga moramo pred preizkusom zatrpiti do take višine, da zaradi tlaka v cevovodu ne pride do deformacij položenega cevovoda. Stiki — mufenske glavične jame — se lahko zasujejo šele po uspešnem preizkusu vodotesnosti. Preizkus se lahko izvede na enem samem spoju, na določenem odseku ali na celotni dolžini cevovoda. Priporočljiv preizkusni odsek je odsek med dvema jaškoma.

Vse odprtine preizkušanege odsega morajo biti neprepustno zaprte in varne proti pritisku, na ka-

terega se cevovod preizkuša. Cevovod mora biti med preizkusom v suhem rovu.

Polnjenje, preizkusni tlak in dovoljene izgube

Polnjenje cevovoda poteka postopoma. Polniti ga začnemo vedno na najnižji točki, na njegovi najvišji točki pa mora biti zračnik, ki omogoča iziranje zraka iz cevovoda.

Cevovod je napolnjen z vodo toliko časa, da iz cevovoda uide ves zrak in da se njegovo ostenje prepoji z vodo. Glede na različne debeline stene cevi, premerov ter vremenske razmere med preizkušnjo, je optimalni čas namakanja 24 ur.

Sledi preizkus cevovoda. Preizkusni tlak in dovoljene izgube bodo določeni v standardu JUS U.N8.051 — Betonske cevi za kanalizacijo — Montaža, fundiranje betonskih cevi za kanalizacijo in preizkušanje betonskih cevovodov (v pripravi). Do sprejetja tega standarda določi višino preizkusnega tlaka projektant, in sicer glede na naslednje faktorje:

1. potek cevovoda v vodovarstvenem področju,
2. delovni tlak v cevovodu,
3. nevarnost prodiranja podtalnice v kanal.

Če nobeden od naštetih faktorjev ne vpliva na preizkusni tlak, se priporoča preizkus s tlakom 0,5 m VS (0,005 MPa) nad temenom cevovoda.

Pritisk se meri na najnižji točki cevovoda in traja 15 minut. Med preizkusom naj bo tlak konstanten, merimo pa količino vode, ki jo je bilo treba dodati za vzdrževanje pritiska.

Izgube med 15-minutnim preizkusom se določijo na m² omočene površine cevovoda. Cevovod je neprepusten, če izgube vode (v l/m²) ne presegajo vrednosti, podanih v preglednici 1 in 2 (DIN 4033).

Preglednica 1. Dovoljene izgube — betonski cevovodi

Profil mm	Izgube — l/m ²
300—600	0,30
700—1000	0,25
nad 1000	0,20

Preglednica 2. Dovoljene izgube — armiranobetonski cevovodi

Profil mm	Izgube — l/m ²	Ca. l/m'
300	0,15	0,141
400	0,15	0,188
600	0,15	0,283
800	0,13	0,326
1000	0,13	0,408
1200	0,10	0,377
1400	0,10	0,440
1600	0,10	0,500

HIDRAVLIČNO IN STATIČNO DIMENZIONIRANJE

Hidravlično dimenzioniranje poteka po uveljavljenih metodah dimenzioniranja cevovodov. Priporočamo uporabo Prandtl-Colebrookove enačbe. Obratovalna hrapavost se giblje med 0,25 mm in 0,40 mm, kar je odvisno tudi od števila lomov smeri in stranskih priključkov. S ciljem, da se zmanjšajo lokalne izgube, se pri lomih smeri, stranskih priključkih in revizijskih jaških uporabljajo tovarniško izdelani fazonski komadi. Predvsem je pomembna uporaba lokov pri spremembah smeri. Možnost zmanjšanja lokalnih izgub s prefabriciranimi elementi je predvsem pomembna v nižinskih področjih, kjer je razpoložljiv padec majhen.

Pri tlačnih cevovodih je pomembno obdelati tudi pojav vodnega udara, ker beton slabo prenaša hitre dodatne obremenitve.

Statično dimenzioniranje:

Z armaturo ojačena cev predstavlja armiranobetonski element in ga je potrebno presojati po eni izmed veljavnih metod dimenzioniranja armiranobetonskih konstrukcij. Cevi, izdelane po tehnologiji, ki jo je osvojil NIVO, so krožnega preseka, katerega debelina stene je omejena za določen premer in je zato ni možno v posameznem primeru poljubno izbirati. Določa se le presek gladke visokovredne armature v srednji ravnini betonskega preseka.

Dvojno armiranje je glede na debelino stene za profile do ϕ 1200 nepriporočljivo. Marka betona teh cevi je 50 MPa. Tako armirani preseki cevi dosega jo temenske pritiske od 50—80 kN/m, seveda odvisno od preseka in razmaka glave spiralne armature.

Najzahtevnejše delo pri sestavi statičnega izračuna kolektorja pa je analiza obtežbe. Pri analizi obtežbe zasipa je potrebno natančno analizirati stanje, v katerega bo vgrajena cev: ozki izkop, široki izkop, nasip ali delni vkop. Za vsakdanjo praktično uporabo so dovolj primerni rezultati Američana Marston, ki je za gornje primere vgradnje cevi podal rešitve diferencialnih enačb in jih je mogoče dobiti v empirični ali grafični obliki v mnogih priročnikih.

Ostale zunanje vplive (prometna obtežba, teža objektov in drugo) računamo z uporabo teorij, ki temeljijo na predpostavki polprostora.

Pri računanju po poenostavljenih obrazcih je treba paziti, da ne predimenzioniramo horizontalnih komponent napetostnega tenzorja, saj nam ti ugodno vplivajo na obremenitev preseka in je njihova velikost odvisna predvsem od kakovosti vgrajevanja (zasipa) cevovoda.

Zato je za dosego ugodnejšega stanja napetosti v preseku cevi priporočljivo polagati cevi v polkrožno izoblikovana ležišča s središčnim kotom $180^\circ \div 90^\circ$.

Ležišča naj bodo le izjemoma betonska, praviloma pa podajna, da dosežemo učinke razbremenjevanja v fazi konsolidacije zasipa, saj glede na relativno togi element ni možno računati z ugodnimi učinki deformacije cevi.

Račun obremenitev betonskega preseka je po analizi obtežb (zasip, promet, vodni pritisk — zunaj, znotraj in lastna teža) ob grobi, a za prakso dovolj natančni predpostavki zanemaritve trenja med medijem in objektom rutinski postopek z uporabo matematičnega prijema razvoja v sinusno vrsto.

Notranje sile pa računamo po teoriji elastičnosti. V praksi so za določanje notranjih sil za različne mejne pogoje znane Marquardtove tabele, ki dajejo zadovoljive rezultate ob neprimerno manjšem delu, kot ga zahteva zgoraj opisani matematični postopek.

Pri dimenzioniranju po metodi mejnih stanj je glede na DIN potrebno računati z naslednjimi faktorji varnosti:

za beton 2,5,
za jeklo 2,0,
maksimalna širina razpoke pa je 0,2 mm.

Račun po metodi dovoljenih napetosti nam daje zaradi položaja armature nerealne vrednosti in zato pričakujemo neduktilne porušitve. Najprimernejši je način določanja karakteristik preseka z neposrednim primerjanjem notranjih sil, ki smo jih dobili z računom našega modela in z računom, pridobljenim na podlagi deklarirane nosilnosti cevi.

Faktor varnosti v tem primeru mora biti $\geq 1,5$.

Pri izbiri armature je potrebno paziti, da ne izbiramo pregrobo mreže, saj je ta neugodna glede na velikost razpok. Pri geometrijsko omejenih razpokah se v korenu razpoke namreč začneja glede na lokalne pogoje proces zapolnjevanja (kalciniranje, siganje) razpok v betonskem preseku, kar izključuje možnost korozije armature.

Dimenzioniranje kanalizacije z upoštevanjem retencije v Kanalskem omrežju

UDK 628.24

LEONID KREGAR, MARKO PLANINŠEK
IN MITJA RISMAL

UVOD

Kanalsko omrežje predstavlja pomemben strošek pri komunalnem urejanju mestnih naselij in industrijskih površin. Gradnja kanalskega omrežja je draga že zaradi same narave gradbenih del. Ceno kanalizacije pa povečuje še dejstvo, da jo gradimo za perspektivno obdobje, ko bo zgrajena hidravlična zmogljivost kanalizacije šele do konca izkoriščena.

Navedena dejstva narekujejo potrebo po čim optimalnejšem načrtovanju kanalskega omrežja in po kakovostni in racionalni gradnji.

Racionalno načrtovanje in rešitve kanalskega omrežja so v danih pogojih odvisne predvsem od naslednjih osnovnih dejavnikov:

Prvič — od realno opredeljene in zahtevane stopnje varnosti kanalskega omrežja pred poplavami s padavinsko vodo.

Drugič — od optimalne izbire kanalskega sistema (mešani, ločeni itd.).

Tretjič — od bolj ali manj optimalno izbrane tlorisne zasnove kanalskega omrežja.

Četrtoč — od pravilne ocene vodnogospodarskih in sanitarnohidrotehničnih vidikov problematike razbremenjevanja padavinskih voda in od celovite zasnove kanalskega omrežja (predvsem, kadar gre za večje kanalske sisteme).

Petič — od ustreznosti uporabljenih metod hidravličnega preračuna kanalskih omrežij.

Bolj ko uporabljena metoda hidravličnih preračunov ustreza dejanskim hidravličnim razmeram v kanalskem omrežju, bliže je zelenemu cilju — natančnejšemu, verodostojnejšemu in zato tudi racionalnejšemu preračunu kanalskega omrežja.

V našem prispevku obravnavamo slednjo, peto točko, popolnejšo metodo dimenzioniranja kanalskega omrežja.

Predstavljena metoda dimenzioniranja kanalskega omrežja v nasprotju z racionalnimi metodami upošteva retardacijski vpliv prostornine kanalske-

ga omrežja na zmanjšanje velikosti odtoka in s tem na dimenzijo kanalske cevi.

Izkoriščanje oziroma upoštevanje vpliva razpoložljive prostornine kanalskega omrežja na zmanjšanje maksimalnih odtokov je utemeljeno kljub dejstvu, da so mogoči primeri, ko maksimalni oziroma odločilni naliv za dimenzioniranje kanalskega omrežja nastopi v času, ko je kanalsko omrežje že bolj ali manj zapolnjeno z vodo.

Obsežne raziskave o pomenu takšnega pojava v svetu (Zahodna Nemčija itd.) pa so pokazale, da se v večini primerov intenzivni, maksimalni nalivi (plohe) pojavijo sunkovito in v začetku deževja, zaradi česar je upoštevanje retenzijske prostornine kanalskega omrežja utemeljeno.

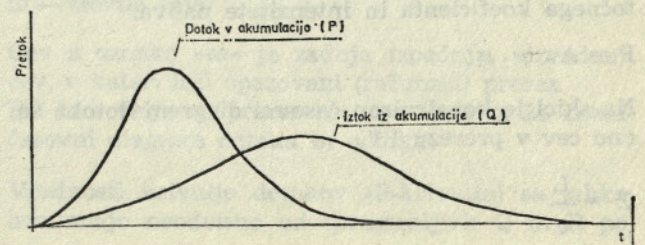
Kot je iz nadaljevanja v našem prispevku razvidno, prispeva upoštevanje retenzijskega volumna kanalske mreže pomembno zmanjšanje maksimalnih pretokov, kar ugodno vpliva na zmanjšanje potrebnih dimenzij cevi.

Pomembna prednost obdelave metode preračuna kanalskega omrežja pred dosedanjimi pa je še, da omogoča dimenzioniranje, pa tudi zasledovanje odtokov, v katerikoli točki kanalskega omrežja za nalive, kot v naravi v resnici nastopajo. (Vemo, da računamo pri racionalni metodi z idealiziranim nalivom konstantne jakosti in določenega trajanja, npr. $q_i = 150 \text{ l/sek ha}$; $t_d = 15 \text{ minut}$.)

Rezultati te študije in že pred leti izvedenih rešitev kanalizacije v Mariboru, Celju, Savinjski dolini, Ptujju, Murski Soboti itd. kažejo na uporabnost in strokovno utemeljenost uvajanja novih metod dimenzioniranja kanalskega omrežja. Obenem pa so tudi rezultat plodnega sodelovanja med vodnogospodarsko delovno organizacijo NIVO ter Inštitutom za zdravstveno hidrotehniko FAGG.

TEORETIČNE OSNOVE

Za poljubno akumulacijo velja, da je hidrogram odtoka različen od hidrograma dotoka: je bolj sploščen in ima manjšo konico.



Avtorji:

Leonid Kregar, dipl. inž. kom. Nivo, Projektinženiring Ljubljana, Detelova 5, Ljubljana,
Marko Planinšek, dipl. ing. grad., Nivo Celje, Jenkova 15, Celje in
dr. Mitja Rismal, dipl. inž. gr. FAGG, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko Ljubljana, Kosarjeva 47 b, Maribor

Za vsak časovni interval $\Delta T = t_2 - t_1$ velja relacija

$$\int_{t_1}^{t_2} P(t) dt - \int_{t_1}^{t_2} Q(t) dt = \Delta R$$

ΔR — sprememba volumna akumulacije.
Enačba nam pove naslednje:

Količina vode, ki je odtekla iz akumulacije v časovnem intervalu ΔT , je enaka količini vode, ki je pritekla v akumulacijo, zmanjšani za spremembo volumna ΔR .

Če vzamemo časovni korak ΔT dovolj majhen, lahko enačbo 1 pišemo v diferencialni obliki z upoštevanjem poprečne vrednosti

$$\frac{1}{2} (P_2 + P_1) \Delta T - \frac{1}{2} (Q_2 + Q_1) \Delta T = R_2 - R_1$$

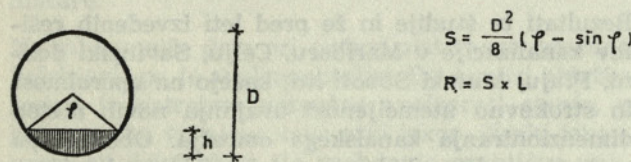
Časovni potek dotoka v akumulacijo je navadno poznan, potrebno je le še postaviti zvezo med odtokom Q_2 in volumnom R_2 . (Pri zadrževalnikih visokih vod nam to zvezo daje enačba evakuacijskega objekta.)

Če v času t_1 poznamo vse količine, potem lahko izračunamo iskano količino Q_2 . Ta postopek ponavljamo za vsak Δt in dobimo celotno krivuljo dotoka.

Kanalizacijsko omrežje predstavlja v bistvu akumulacijo, zato lahko tudi na njem uporabimo opisane principe.

Aplikacije metode na kanalizacijskem omrežju

Volumen vode v cevi je odvisen od stopnje polnitve (h/D) in dolžine cevi:



$$S = \frac{D^2}{8} (\varphi - \sin \varphi)$$

$$R = S \times L$$

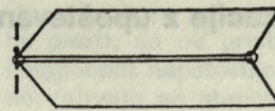
Volumen vode v omrežju izračunamo tako, da seštejemo volumne v posameznih ceveh, pri tem pa predpostavimo enak kot polnitve.

Dotok v kanalizacijski sistem (P krivulja) je sestavljen iz sušnih in deževnih odplak. Predpostavljamo, da so sušne odplake konstantne, deževne odplake pa so odgovor na padavine. Količina deževnih vod je odvisna od prispevne površine, odtočnega koeficienta in intenzitete naliva.

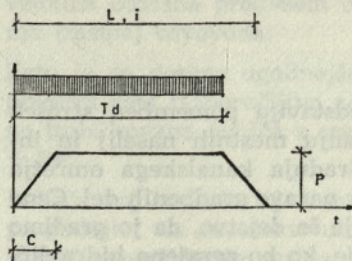
$$P = A \cdot \varphi \cdot q$$

Na skici je konstruiran časovni diagram dotoka za eno cev v prerezu 1.1

$$C = \frac{L}{v}$$



L = Dolžina kanala
 i = Padec kanala



T_d = Trajanje dežja
 C = Čas formiranja dotoka

v — hitrost v cevi. Za račun časa formiranja dotoka predpostavimo, da je cev polna, in uporabimo formulo

$$v = \frac{1}{\eta_G} R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

R — hidravlični radij ($R = \frac{D}{4}$ za polno cev)

η_G — Manningov koeficient hrapavosti

Za omrežje konstruiramo P krivuljo tako, da seštejemo dotoke posameznih cevi, pri tem pa moramo upoštevati zakasnitev dotoka iz gorvodno ležečih cevi.

Enačbo 2 lahko pišemo v obliki:

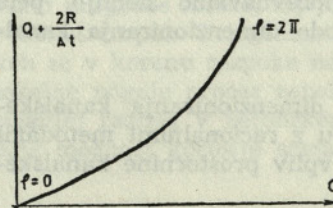
$$Q_2 + \frac{2R_2}{\Delta t} = P_2 + P_1 - Q_1 + \frac{2R_1}{\Delta t}$$

Na levi strani enačbe sta neznani količini Q_2 in R_2 , na desni strani pa so vse količine znane.

Potrebno je še ločiti obe neznanki.

Ena izmed možnosti je ta, da si konstruiramo pomožni diagram

$$Q = f \left(Q + \frac{2R}{\Delta t} \right)$$



Iz znane vrednosti $Q + \frac{2R}{\Delta t}$ odčitamo kot polnitve

in ustrezni pretok Q .

$$Q(\varphi) = \frac{1}{\eta_G} \cdot S(\varphi) \cdot R^{2/3}(\varphi) \cdot i^{1/2}$$

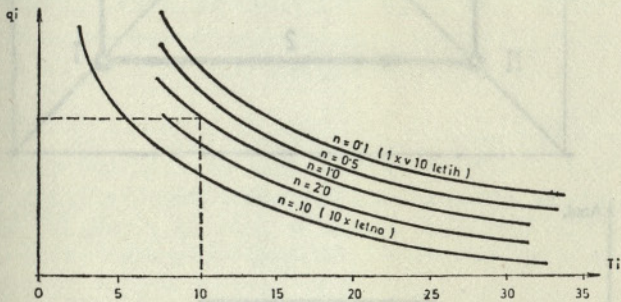
$$R(\varphi) = \sum_{j=1}^m S_j \cdot L_j \quad m - \text{število cevi}$$

Račun poteka od začetka dežja $t = 0$ po časovnih korakih Δt . Običajen časovni korak je $\Delta t = 60$ sek.

PADAVINE

Preračunski naliiv

Pri intenziteti padavin je treba upoštevati, da trajajo močne padavine manj časa, majhne padavine pa dalj časa. Pri isti pogostosti nastopanja padavin (n) in pri povečanju trajanja se zmanjšuje intenziteta padavin. Zakonitosti spremembe intenzitete padavin (q_i) v odvisnosti od pogostnosti (n) in trajanja (T) se določijo na podlagi analize dolgoletnih opazovanj padavin.



Krivulje (T_i) gospodarsko enakovrednih nalivov različnih pogostosti.

Za srednjeevropski in tudi slovenski prostor so se dosedaj dobro izkazale Reinholdove krivulje, ki so definirane z enačbo:

$$q_i = q_{15} \times \frac{38}{T + 9} \times \left(\frac{1}{\sqrt{n}} - 0,369 \right) \quad (18)$$

V enačbi pomeni:

- q_i — intenziteta naliva trajanja T (min)
- q_{15} — intenziteta naliva trajanja 15 minut
- n — pogostnost

Ta enačba velja za pogostosti med $n = 0,05$ in $n = 4$ in trajanje padavin do 150 minut.

Do sedaj se je praviloma upoštevala krivulja nalivov pogostosti nastopa $1 \times$ letno, ne glede na pomembnost objekta. V zadnjem času se izbiri pogostosti posveča več pozornosti in le-ta variira od $n = 0,05$ (za podvoze) do $n = 1$ (za naselja).

Za homogene prispevne površine (približno enaki padci terena oziroma kanalizacije, približno enakomeren odtočni koeficient, enakomerna razporeditev prispevnih površin) velja, da nastopi največji deževni dotok (P), če je trajanje dežja (T_d) enako trajanju odtoka (B).

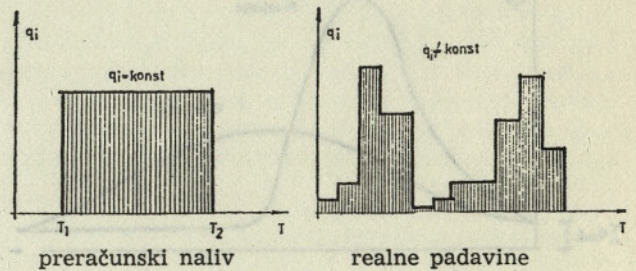
Preračunski naliiv je umetno definiran naliiv določene dobe trajanja in konstantne intenzitete in

izbran iz krivulje gospodarsko enakovrednih nalivov. Sama krivulja pa je bila izračunana na podlagi dolgoletnih opazovanj.

REALNE PADAVINE

Konvencionalne metode hidravličnega izračuna kanalizacijskega omrežja temeljijo na upoštevanju preračunskega naliva (dežja), tj. naliva konstantne intenzitete in določenega trajanja. Praviloma se v teh metodah upošteva, da je trajanje naliva enako računskemu trajanju odtoka v kanalizacijskem omrežju.

Uporaba računalnikov pri preračunu kanalizacijskega omrežja, s katerimi lahko izvedemo v kratkem času veliko število računskih operacij, pa nam omogoča, da se lotimo hidravličnega preizkusa kanalizacijskega omrežja tudi z drugih izhodišč. Eno izmed teh je tudi preračun kanalizacijskega sistema glede na realne padavine, ki se pojavljajo v praksi. V naravi ne zasledimo dežja z daljšo konstantno intenziteto, temveč se intenziteta s časom spreminja, kar lahko razberemo iz ombrogramov padavin.



Ombrogram padavin za preračunski naliiv in za realne padavine.

Princip računanja kanalizacijskega omrežja za preračunski naliiv

Hidravlični izračun kanalizacijskega omrežja z upoštevanjem retencije sloni na že obrazloženi kontinuitetni enačbi:

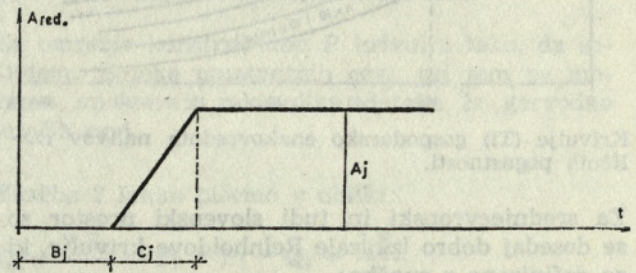
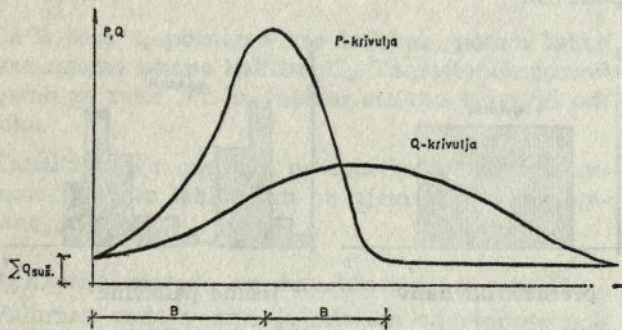
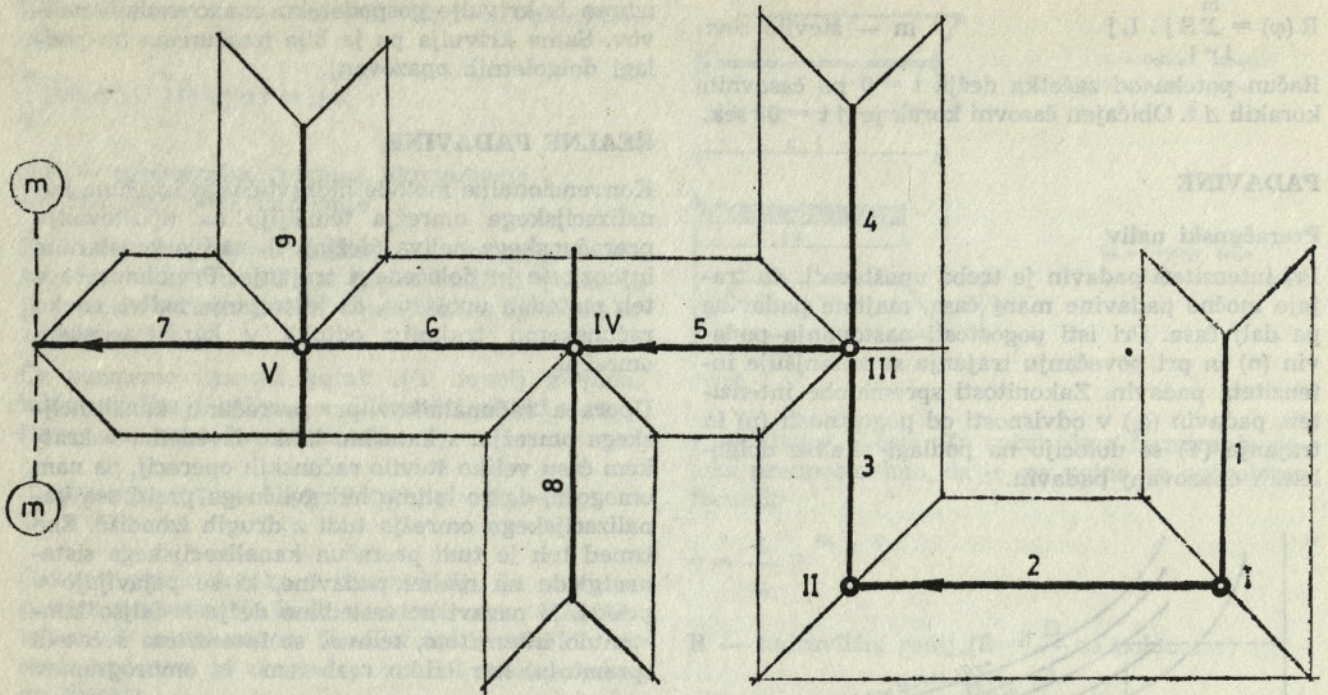
$$Q_i + \frac{2 R_i}{\Delta T} = P_i + P_{i-1} - Q_{i-1} + \frac{2 R_i}{\Delta T} \quad (10)$$

Ta enačba velja za poljuben kanalizacijski sistem: shema kanalizacijskega omrežja:

- j — oznaka cevi ($j = 1 - m$)
- m — število cevi

Cev z oznako »m« je zadnja (spodnja, nizvodna) cev, v kateri leži opazovani (računski) prerez. Pri tem velja za prerez $n - n$ v cevi m že znani časovni diagram dotoka in odtoka:

Vrednosti krivulje dotokov (P -krivulja) se lahko izračunajo neodvisno od spremenljivk Q in R po



Enotni diagram dotoka z ene prispevne površine ($q_i = 1$).

Bistvo metode hidravličnega izračuna kanalizacijskega omrežja z upoštevanjem preračunskega naliva je v tem, da upošteva konstantno intenziteto padavin od začetka padavin ($T = 0$) do časa, ko je formiran dotok s celotne površine ($T = B$).

$$A_j = F_j \cdot \varphi_{A_j} \text{ — reducirana prispevna površina}$$

Dotok v času $t = t + \Delta t$ izračunamo:

$$P = \sum_{j=1}^m [q \cdot A_j(t) + Q_{s_j}] \quad (19)$$

kjer pa je $A_j(t)$ s časom spremenljiv, je:

$$A_j(t) = \begin{cases} A_j & \text{pri } t > B_j + C_j \\ 0 & \text{pri } t < B_j \end{cases}$$

vmes pa linearno interpoliramo.

Od trenutka, ko je formiran dotok s celotne prispevne površine ($t > B$), tj. od trenutka prenehanja padavin dalje, pa se dotok izračunava:

$$P = \sum_{j=1}^m [q A_j(t) + Q_{s_j}] - \sum_{j=1}^m [q A_j(t - B)] \quad (20)$$

Časovni diagram dotoka in odtoka ter časovni diagram trajanja padavin (T_D) intenzitete q

metodi vsotne črte na podlagi naslednjih parametrov, ki jih moramo predhodno ugotoviti:

Q_{s_j} — sušni odtok v cevi »j«

q — računski intenziteta padavin

T_d — računsko trajanje padavin konstantne intenzitete q_i

F_j — prispevne površine za cev »j«

φ_{A_j} — koeficient odtoka s prispevne površine za cevi »j«

D_j, J_j, L_j — geometrijske karakteristike cevi kanalizacijskega omrežja (premer, padec, dolžina), za cev »j«

II - čas formiranja intoka
 $T_d = B$

Izračun vrednosti odtočne krivulje (Q — krivulje) pa sledi iz kontinuitetne enačbe, kot sledi:

— v času t = 0 (začetek padavin) izračunamo začetni volumen vode v omrežju Ro:

R_0 = \sum_{j=1}^m S_j \cdot L_j (12)

S_j = \frac{D_j^2}{B} (\varphi_0 - \sin \varphi_0) (21)

\varphi_0 = začetni kot polnitve cevi, ki ustreza sušnemu odtoku Q_s

v času t = 0

— ker padavine v času t = 0 še niso vplivale ne na dotok ne na odtok, imamo v prerezu n — n:

P_0 = Q_0 = \sum Q_s

Za cel sistem kanalizacije predpostavljamo enak kot polnitve \varphi

Prvo kontinuitetno enačbo lahko nastavimo za čas t_1 = 0 + \Delta t = \Delta t

Q_1 + \frac{2 R_1}{\Delta t} = P_1 + P_0 - Q_0 + \frac{2 R_0}{\Delta t} = C_1 (22)

Iz diagrama, konstruiranega po skici 6, dobimo vrednost Q_1 in na podlagi te še vrednosti R_1 in \varphi_1.

Nato poteka račun sukcesivno: pri znanih vrednostih v času t, izračunamo nove v času t + \Delta t.

VESTI IN INFORMACIJE

Uporaba računalniških programov pri načrtovanju v vodnem gospodarstvu — informacija

Z razmahnitvijo projektivne dejavnosti na področju vodnega gospodarstva se je v PUV NIVO pojavila potreba po hitrejšem in natančnejšem delu, predvsem pa po uporabi popolnejših metod za hidravlično dimenzioniranje objektov. V takšnem položaju ni bila težka odločitev za nabavo računalnika. Leta 1976 so v ljubljanski enoti Projektinženiringa nabavili računalnik HP-9825 A, v celjskem projektivnem oddelku pa smo leta 1982 začeli uporabljati računalnik APPLE II PLUS. Nabava računalnikov je bila povezana s prihodom delavcev, strokovno usposobljenih za delo z računalnikom. Tako smo se pri sestavljanju programov v glavnem naslonili na lastne sile, vendar se pri zahtevnejših problemih nismo izogibali sodelovanja z znanstvenimi ustanovami (FAGG, Vodnogospodarski inštitut). Kot zgledni primer sodelovanja med FAGG — Inštitut za zdravstveno hidrotehniko in PUV NIVO Celje naj omenimo izdelavo metode za hidravlični preračun kanalskih omrežij z upoštevanjem retencije v kanalskem omrežju ter aplikacijo te metode na elektronskem računalniku.

Programi, ki jih uporabljamo pri PUV NIVO Celje, pokrivajo naslednja področja:

Splošna hidrotehnika:

- račun karakteristik pretočnega profila
- račun gladin v rečnih koritih

Hidrologija:

- histogram in vsotna črta
- verjetnostna analiza visokih in nizkih vod
- napoved visokih vod

Z uvedbo računalništva so se odprle neslutene možnosti tudi v hidrotehniko, posebej na področju hidravlike. Računalniška tehnika sedaj v veliki meri omogoča tudi obravnavanje vseh vrst nestacionarnih režimov vodnega toka, ki jih je bilo mogoče prej reševati le s pomočjo dolgih in zamudnih hidravličnih modelov.

Čeprav se je računalništvo v obravnavanju hidrotehničnih problemov uveljavilo v svetu in pri nas že pred mnogo leti in postalo nepogrešljivo sredstvo, se sodobne metode hidravličnih preračunov in računalništva doslej še niso v zadovoljivi meri uveljavile v preračunu kanalskih omrežij.

Odtok padavinskih voda v kanalizaciji sodi med izrazito nestacionarne pojave, ki jih je mogoče uspešno obvladati le z računalniško tehniko.

Teoretična spoznanja in praktični rezultati doma in po svetu potrjujejo, da omogoča upoštevanje nestacionarnega toka v kanalizaciji v primerjavi s stacionarnim (kar je dosedanja praksa večine projektantov) pomembne prihranke pri gradnji novih in pri obnovi obstoječih kanalskih omrežij, obenem pa zagotavlja natančnejšo informacijo o resnični varnosti kanalskih omrežij pred poplavi.

NIVO je zato v okviru stalnega strokovnega sodelovanja z Inštitutom za zdravstveno hidrotehniko FAGG uporabil metode hidravličnega preračuna nestacioniranega odtoka v kanalski mreži, ki jih je teoretično obdelal navedeni inštitut.

Rezultati navedenega sodelovanja in izračunov glavnih kanalskih zbiralnikov v Celju so potrdili tehnične in ekonomske prednosti nove metode.

V nadaljevanju podajamo kratko informacijo o vsebini in uporabi za naše razmere nove hidravlične metode preračunane kanalske mreže.

Komunalna hidrotehnika:

- dimenzioniranje cevi okroglega preseka z upoštevanjem delne polnitve
- račun gladin in tlakov v ceveh
- hidravlični preračun vodovodnega omrežja po Cross-Hardyjevi metodi
- dimenzioniranje kanalizacijskega omrežja z upoštevanjem retencije v omrežju
- račun vodnega udara v tlačnih cevovodih po metodi karakteristik

Namakanje in melioracije zemljišč:

- račun distribucije vode po namakalnem omrežju
- račun izgub v sistemu namakanja s kapljanjem
- dimenzioniranje drenov z upoštevanjem izvedbe

Geomehanika:

- račun stabilnosti pobočij po Bishopu
- račun sile zaledja na podporni zid

Informacijo pripravili:

Marko Planinšek, Nivo Celje, Gabrijela Grčar, Nivo, Projektinženiring in Alojz Rovar, Nivo Celje

IZ NAŠIH KOLEKTIVOV

SGP GROSUPLJE, GROSUPLJE

Prizidek k reaktorju in skladišče radioaktivnih odpadkov

Delavci iz Grosuplja gradijo dva manjša in pomembna objekta

Lokacija objekta je v sklopu objektov inštituta Jožef Stefan v Nadgorici. Projektirani objekt obsega klet, pritličje in nadstropje. Tlorisne mere so 12,40 × 15,60 m. Polovico kleti zavzema dvonamensko zaklonišče, gradnjo na temeljni plošči, preostala polovica pa je na pasovnih temeljih. Nosilne stene zaklonišča so A. B. deb. 60 cm. V pritličju in nadstropju so A. B. stene in plošče deb. 15 cm. Streha je lesena dvokapnica, pokrita z AL-u trakovi.

Južna in severna fasada je montažna, iz betonskih elementov z vmesno izolacijo tervola 10 cm in zračno plastjo 4 cm. Vzhodna fasada je demit.

Skladišče radioaktivnih odpadkov

Objekt je vkopan, le južna stran je izven zemlje z dvoriščem in dostopen po novi cesti, širine 4,00 m. Temelji so A. B. pasovni, stene so A. B. debeline 20, 30, 35 in 40 cm. Krovna plošča je A. B. deb. 25 cm. V končni fazi se objekt zasuje in ozeleni. Skladišče bo služilo za shranjevanje radioaktivnih odpadkov iz cele SRS razen jedrske elektrarne v Krškem.

Investitor za izgradnjo prizidka in skladišča je Inštitut »Jožef Stefan« iz Ljubljane.

Gradbišče Iskra Keramika

Dela na objektu Iskra Keramika je pridobil Imos Inženiring in jih oddal v izvajanje Gradbenemu podjetju Grosuplje kot glavnemu izvajalcu del in Gradbenemu podjetju Vegrad iz Velenja. Grosuplje izvaja zemeljska dela, kanalizacijo, zunanjo ureditev in instalacijska dela. Vegrad pa betonska, tesarska, zidarska dela in obrtniška dela ob tem, da GP Grosuplje, tozde GPP izvaja izdelavo in montažo konstrukcije, za potrebe Vegrada pa dobavlja beton in vgrajuje armaturo.

Celotni objekt v vrednosti 140 milijonov din s 3900 m² bruto površine sestavljajo:

— Aneks 10 in 30 m, v sklopu katerega so v I. fazi točotna postaja, garderobe in sanitarije v kleti, laboratoriji in pisarne v pritličju, I. nadstropje pa ostane kot neobdelan zaprt prostor.

— Proizvodna hala I. faza 24 × 60 m, v kateri so: skladišče surovin, priprava mesa, oblikovanje izdelkov, termična obdelava, skladišče izdelkov in trafo postaja.

— Hala II. faza 24 × 60 m, je bila v osnovi predvidena kot pokrito skladišče, vendar investitor pripravlja spremembo projektov za dopolnilno gradbeno dovoljenje, po katerem bo izdelano zaprto skladišče.

Objekt mora biti zgrajen v 11 mesecih.

Cerkev Škofljica

Lokacija je na travniku nad začetkom avtoceste Ljubljana—Zagreb na Škofljici.

Objekt ima štiri glavne dele:

a) Župnišče. Ta del objekta je podkleten, temelji so pasovni, obodni zidovi A. B., zaključeni z A. B. ploščo deb. 16 cm. Pritličje je pozidano z modularnimi bloki med protipotresnimi stebri in zaključeno z A. B. ploščo. Strešna konstrukcija je lesena s kritino iz bakrene pločevine na opažu. Nad garažo je streha ravna. Stene in stropi so obdelani z grobim in finim ometom. Mizarski izdelki bodo izdelani iz hrastovega lesa.

b) Hodnik med župniščem in cerkvenim prostorom obsega samo pritličje ter ploščo z ravno streho.

c) Cerkveni stolp je fundiran na pasovnih A. B. temeljih. Stene so A. B. deb. 20 cm, povezane s štirimi vmesnimi etažnimi ploščami, višina zvonika je 20 m.

d) Cerkev je v celoti podkletena in obsega hišno zaklonišče in učilnice s sanitarijami. Temelj so A. B. pasovni, le hišno zaklonišče je na temeljni plošči. Stene so A. B. deb. 22 cm, izvedene kot vidni beton.

Investitor za izgradnjo cerkve na Škofljici je Župnijski urad Škofljica. Pogodbena vrednost znaša 103.857.512,00 din.

Gradnja zdravstvene postaje Velike Lašče

Objekt sam je nepodkleten, ima pritličje tlorisne površine 500 m² in zaenkrat še neizkoriščeno podstrešje, projekt pa je zasnovan tako, da bo kasneje to podstrešje možno spremeniti v uporabne površine. Sama zdravstvena postaja ima splošno ordinacijo, ordinacijo za varstvo žena in otrok in pa zobno ordinacijo z vsemi pomožnimi prostori za medicinske sestre, dežurno sestro in zobotehniko z RTG prostorom, ne manjka pa tudi lekarna.

Investitor Skupnost za izgradnjo objektov iz samoprispevka III. in naša delovna organizacija sta sklenila pogodbo po sistemu »ključ v roke«, vrednost del po pogodbi pa znaša 32.500.000,00 din.

Center za krompir v Mostah pri Komendi

Novogradnja je locirana v naselju Moste. Objekt je montažna A. B. hala. Polovica objekta ima samo pritličje, medtem ko ima druga polovica delno medetažo in etažo. Objekt je tlorisnih dimenzij 20 × 45 m. Objekt bo v končni fazi služil za skladišče in selekciji semenskega krompirja (v pritličju). V medetažo vodijo stopnice, kjer so sanitarije, pisarne in strojnica za prezračevanje. V etažo vodijo kovinske stopnice, kjer je načrtovan rastlinjak. Objekt je fundiran na točkovnih temeljih po obodu in v prečni smeri.

Investitor za izgradnjo tega objekta je Kmetijski inštitut Slovenije. Pogodbena vrednost objekta znaša 58.950.000,00 din. Rok za izgradnjo objekta je 7 mesecev.

Vir: SGP Grosuplje

SGP KONSTRUKTOR, MARIBOR

IMOS eden od ustanoviteljev sisa za razvoj ribniškega Pohorja

Ustanovna skupščina samoupravne interesne skupnosti za razvoj gorskoturističnega središča Ribnica - Kope je bila v Vuzenici.

Med podpisniki ustanovitvenega akta je poleg celjskega Merxa, Tama, Marlesa, Certusa, Adrie Poreč, Emone Globtour, Swatya in drugih organizacij tudi sozd Imos.

Ideja o ureditvi zahodnega dela Pohorja, ki ima velike naravne možnosti za razvoj turizma, je stara že več kot deset let. Gre za to, da bi povezava Ribniškega Pohorja s Kopami omogočala celovito poletno-zimsko turistično ponudbo. V poletnem času bi potniki turistične magistrale, ki bo potekala od Ruš čez Lovrehc, Hudi kot in Ribnico do Slovenj Gradca, lahko uživali gostoljubje številnih kmetij v t. i. kmečkem turizmu. V zimskem času pa bodo smučarski tereni omogočali prijetno smuko.

V visokogorski vasi Ribnica bodo v prvi etapi zgradili novo turistično naselje s štiristo ležišči, ki se bo smiselno vključevalo v zgodovinsko izročilo kraja in značilnosti gorske vasi. Zgrajena bo tudi sedežnica, ki bo povezovala Ribnico z Ribniško kočo in smučišči.

Z izgradnjo turistične vasi, ki bo skupaj z žičnico stala okrog 700 milijonov dinarjev, bodo pričeli spomladi, končali pa do zime 1985.

Spremembe v poslovanju AOP

SGP Konstruktor je pristopil k samoupravnem sporazumu o združevanju sredstev za skupno računalniško opremo Ekonomskega centra Maribor. Tako bodo končno pridobili usterzne računalniške zmogljivosti, ki jih nudi najmodernejša oprema te vrste v sedanjem času.

Računalnik kupljen z združenimi sredstvi delovnih organizacij Metalne, Livarne, Hidromontaže, Surovine, Ekonomskega centra in Konstruktorja, predstavlja osnovni sistem, v okviru katerega bodo razvijali nadaljnja snovanja. Že v naslednjih letih bodo na marsikateremu delovnemu mestu uvedeni manjši računalniki — terminali, ki bodo približali obdelave uporabniku.

Obvladati stroške poslovanja delovne organizacije s sistemov pa je cilj, ki ga bodo v bližnji prihodnosti uresničili.

Soseska S - 37 Tezno

Delavci Konstruktorja so pričeli z gradnjo prvega objekta »B« v soseski S-37 Tezno. Objekt ima 2 lameli z osmimi in šestimi nadstropji. Skupaj bo 62 stanovanj. Na 3195 m² stanovanjske površine bodo stanovanja od enosobnih pa do dvoinsobnih.

Investitor je samoupravna stanovanjska skupnost SO Maribor. Rok za izgradnjo objekta je november 1985.

Novi stanovanjski blok »A«

Objekt spada v centralno mestno cono C1 in C2 ter predstavlja »ulično plombo«. Izgradnja objekta »A« sodi v prvo etapo del v tej soseski. Zasnova objekta temelji na principu dvostranske orientacije sever—jug.

V pritličju bo objekt imel tri različne lokale, v šestih nadstropjih in mansardi pa bo 35 stanovanjskih enot, medtem ko bodo v podstrehi sušilnice perila, plinska kotlovnica in strojnica za dvigala. V kleti pa bodo prostori za ozimnico, prostori za shrambe in hidroforna postaja.

Konstrukcija objekta je naslednja:

- temelji so AB pasovi,
- kletne stene so AB in vodotesne izvedbe,
- stene pritličja in nadstropij so prav tako AB debeline 15 in 20 cm,

- debelina plošč le 15 cm,
- stopniščna ramena in dvigalni jaški so montažni,
- strežna konstrukcija je lesena ter krita z elastično zarezno opeko: naklon je 45 °/o,
- fasada je v izvedbi pozidane sendvič stene z zunanjim teranova ometom, spodnji zaključek je narejen iz naravnega kamna,
- vsi instalacijski vodi bodo priključeni na že obstoječe vođe.

V podstrehi je plinska kotlovnica za plinsko ogrevanje.

Triplex garaže v Ljubljani

Ob koncu leta 1984 so v soseski Fužine pričeli z izgradnjo triplex garaž. Pričeli so z gradnjo GT 3 objekta s 180 boksi. Gre za zasnovno tipske triplex garaže v trietažni izvedbi, pri tem pa nudi lastnikom boksov udoben, varen in pregleden dostop in popolnoma zaprte bokse, ki so med seboj ločeni z nosilnimi stenami debeline 15 cm in opremljenimi z dviznimi vrati in fasadnimi elementi tozda Kovinar. Konstrukcija je armiranobetonska, po odstranitvi opažev ni predvidena nikakršna dodatna obdelava betonskih površin. Na lokaciji kjer gradijo so predvideni trije garažni objekti. Največjega gradijo v dolžini 84,33 m in v širini 17,55 m. V kolikor bodo vsi boksi pravočasno prodani, bodo pričeli z gradnjo naslednjega objekta s 168 boksi.

Vir: Konstruktor Maribor

SGP GORICA, NOVA GORICA

Argonavti — nov računalniški center »Iskra Delta« Nova Gorica

Delavci tozda GO Šempeter delajo na objektu izobraževalni center »Iskra Delta« v Novi Gorici — bivši hotel Argonavti. Trenutno je to največji objekt temeljne organizacije.

Objekt se deli v dva dela in sicer: trakt A — hotelski spalni del in trakt B — šolski in javni program. Dela na traktu A potekajo po planu, saj bodo do konca leta končane razširitve vseh etaž in v celoti zamenjana streha skupaj s konstrukcijo. S tem bo ta del objekta dokončno rešen pred nadaljnjim propadanjem in se bodo pričela zaključna gradbena in obrtniško-instalacijska dela. Precej slabše je stanje v traktu B, ki so ga, razen nekaj stebrov, morali v celoti porušiti do kote pritličja in z deli kasnijo, saj so prvi armiranobetonski okvirji šele v fazi opažanja. Računajo, da bodo s panelnimi opaži za nosilce, ki jih pripravlja tehnološki oddelek še pospešili delo.

Lahka sanitarna kabina Tip »Gorica«

Lahke sanitarne kabine Tipa »Gorica« predstavlja novost, saj sta konstrukcija in tehnologija rešeni tako, da popolnoma ustrezata zahtevam elastičnosti in odprtosti na področju arhitektonskega projektiranja ter je primerna za vse sisteme gradnje. Kabino je mogoče enostavno transportirati kot celoto, saj tehta skupaj z opremo le do 1500 kg, ali po elementih, ki so tudi finalno obdelani in opremljeni in se na objektu le sestavijo.

Element poda predstavlja plošča debeline 5—7 cm iz lahkega betona, vložena v vzdignjenem okvirju (koritu), s padcem proti talnem oz. stenskemu sifonu. Stenski element sestavljajo t. i. kasete (oblike črke »C«) iz pocinkane in dodatno antikorozijsko zaščitene pločevine, ki se medsebojno tesnijo in sestavljajo samonosilne panoje. Na pločevino se direktno lepi ke-

ramične ploščice. Stena v debelini 5 cm je polnjena z mineralno volno. Zunanjo stran stenskih panojev se obloži v tovarni ali na objektu z gradbenimi ploščami v skladu z ostalimi predelnimi stenami stanovanja. Strop oziroma plafon je podobne konstrukcije kot stene. Vse instalacije vključno z dimniki, so izdelane v tovarni in dostopne pri kasnejših kontrolah. Koncentrirane so v steni v obliki kompletnega sanitarnega registra etažne višine v jeklenem nosilnem okvirju.

Tehnična rešitev sanitarne kabine sledi razvojnim tendencam v svetu, kjer opuščajo kabine iz klasičnega betona in kopalnice izdelujejo iz lahkih elementov, ki imajo značilnosti opreme stanovanja (montažno-demontažnega tipa).

Sanitarne kabine »Gorica« so primerne za stanovanjske, motelske in ostale turistične objekte, počitniške, samske, študentske in druge domove, za bolnice, sanatorije, kampe, poslovne stavbe, vojaške objekte in za modernizacijo starih stavb.

Goriška knjižnica bo dobila nove prostore

V pritličju obstoječe parkirne hiše I v Kareju VI gradi tozda Gradbena operativa Nova Gorica oddelek Goriške knjižnice »France Bevk« iz Nove Gorice. V novozgrajenih prostorih na skupni površini 535 m² bo kolektiv knjižnice pridobil knjižni prostor za mladino in odrasle, večnamenski prostor, prostor za pravljice tj. za najmlajše, ki jim bo tudi namenjen pokrit prostor zunaj objekta. Kot posebnost velja omeniti izredno pozornost projektanta, ki je v projektu predvidel dostopno rampo ob vhodu v objekt, namenjeno invalidom.

Vir: SGP Gorica

SGP SLOVENIJACESTE — TEHNIKA, LJUBLJANA

Na tuje uspe samo tisti, ki jamči kakovost

Na ravnici blizu reke Tigris v Iraku je na površini 34 kvadratnih kilometrov zrastle mesto s 1210 visokogradniškimi, nizkogradniškimi, in infrastrukturnimi objekti. V dobrih treh letih ga je gradilo 26 tisoč delavcev slovenske gradbene in montažne operative, štiri tisoč kilometrov daleč od domovine. To je doslej največji podvig slovenskih gradbincev. SCT si je kot nosilec posla, vrednega več kot pol milijarde ameriških dolarjev, skupaj z IMP, Gradisom, Konstruktorjem, Primorjem, z visoko kakovostjo in dokončanjem del v dogovorjenem roku ustvaril v tej prijateljski, neuvrščeni državi izjemen ugled. To so potrdili v svojih izjavah tudi predstavniki iraškega investitorja na slovesnosti ob otvoritvi projekta 202 D, ki je bila 6. janarja, na iraški državni praznik, dan iraške armade.

Občudovanje vzbujajo podatki o delih, ki so bila tu opravljena. Visokogradniki so vgradili 374 tisoč kubičnih metrov betona, naredili 32 tisoč kubičnih metrov opečnega zidu, 290 tisoč kvadratnih metrov notranjih in 108 tisoč kvadratnih metrov fasadnih ometov, pa 200 tisoč kvadratnih metrov fasadnih opečnih oblog. Naredili so 150 tisoč kvadratnih metrov strešnih izolacij, pleskarji so pobarvali 358 tisoč kvadratnih metrov, teracerji položili 81 tisoč kvadratnih metrov teraca, keramičarji pa 82 tisoč kvadratnih metrov keramike.

Nizkogradniki se lahko pohvalijo z 2.200.000 kubičnimi metri odkopanega humusa, 4.850.000 kvadratnimi metri utrjene posteljice, 3.300.000 kubičnimi metri naspov in 607 tisoč tonami vgrajenega asfalta, da ne naštevamo vseh stotisočev metrov oljne zaščite, bankin,

brežin, tampona vozišč, robnikov in še 220 tisoč kubičnih metrov betona.

Instalaterji in monterji so zgradili 31 kilometrov toplovodov, 32 kilometrov kanalizacije, 107 kilometrov irigacije (umetno namakanje zemlje), 66 kilometrov vodovoda, položili 114 kilometrov visoke in nizko napetostnih kablov, pa še 66 kilometrov cestne razsvetljave itd., skupaj 610 kilometrov infrastrukturne instalacije.

Iraški gostje v SCT

Sredi decembra 1984 je obiskala delovno organizacijo SCT delegacija investitorjev projektov SCT v Iraku. Iraške goste je sprejel in jim zaželel dobrodoščilo glavni direktor Ivan Zidar s sodelavci. Štiričlanska delegacija, ki so jo sestavljali Majid Khazal Gamel, Adnan Juwad Khadim, Dhia, Latif Al-eman Rasheed in Nouzad Rushdi, si je med svojim obiskom v Jugoslaviji ogledala vsa pomembnejša gradbišča KCT, proizvodnjo v nekaterih tovarnah, dobaviteljcah pohištvene, strojne, tehnološke in druge opreme, ki jo bo potrebno še dobaviti za potrebe naših projektov v Iraku.

Z manj energije do opeke

V tozdu Opekarne, obrat Indop, bodo predvidoma maja letos spet pričeli s proizvodnjo opeke. S prehodom z mazuta na plin bodo prihranili približno 300 odstotkov energije, hkrati pa povečali letno proizvodnjo na 18 milijonov kosov opeke, postopno pa še za tri milijone kosov letno in to brez dodatnih večjih vlaganj.

Predračunska vrednost naložbe v obrat Indop je dobrih 63 milijonov dinarjev.

Zaloge glin, ki jih ima opekarna Indop so precejšnje in bodo zadostovale za 80 let.

Večji hangar za airbus

Delavci SCT tozda VGA so zgradili železobetonske stebre: notranja v razmaku 54 metrov in do višine 14 metrov. Pred hangarjem so novo zgrajeni stebri. Z dograditvijo bo hangar daljši za 12 metrov in širši za 40 oziroma 54 metrov. Razširitev bo omogočala servisiranje novih »airbus« letal, ki jih bo Inex adria kupil za posodobitev svoje zračne flote.

Farma za kokoši nesnice na Ptujskem polju

Delavci tozda VGA sektorja so pred kratkim predali investitorju, Perutnini iz Ptuja, še zadnje od treh farm za kokoši nesnice, ki so jih zgradili na Ptujskem polju. Gradnja perutninskih farm je izredno zahtevna in prav delavci tega tozda tehnologijo zelo dobro obvladujejo, saj so samo za ptujsko Perutnino, zgradili vse proizvodne objekte s površino približno 140 tisoč kvadratnih metrov. V teh objektih Perutnina proizvede na 50 odstotkov slovenske proizvodnje piščancev, kar znese približno 60.000 ton letno. Vrednost opravljenih del na vseh treh novozgrajenih farmah znaša 320 milijonov dinarjev.

Vir: SCT Ljubljana

SGP PRIMORJE AJDOVŠČINA

Se bomo specializirali za gradnjo hidrotehničnih objektov?

Gradnja 100 MHE v Sloveniji še ni dobila potrebne publicitete. Izbira teh lokacij elektrarn je pogojena s hidrološkimi in strateškimi parametri. V Sloveniji naj bi bilo takih MHE približno 100. Maksimalna moč elek-

trarne je 1 MW. Trenutno je v Sloveniji v gradnji nekaj takih elektrarn. Na Primorskem gradijo oziroma so zgradili prvi dve elektrarni iz tega naslova. To sta MHE Cerčno in MHE Trebuša, ki jih gradijo za Sorške elektrarne.

— MHE Cerčno so gradili v lanskem letu. SENG je v letošnjem letu opremil strojnico. S ponosom lahko povemo, da je to prva MHE v Sloveniji, ki je bila zgrajena in ki uspešno obratuje.

— MHE Trebušo so lanskega leta začeli graditi v drugi polovici. Gradbena in montažerska dela so v celoti zaključena. Objekt bo predan investitorju, da bo v njem lahko začel z montažo opreme.

Gradnja gornjih dveh objektov nam je dala bogate izkušnje. Prav bi bilo, da te izkušnje čim koristneje uporabimo pri licitiranju in eventualnem izvajanju nadaljnjih MHE.

Celotna investicija za tako MHE brez opreme znaša sedaj povprečno nekaj čez 100.000.000 din in je razdeljena na tri ločene objekte — zajetje, cevovod, strojnica. Pri izvajanju vseh del na MHE se dela izvajajo na slabo dostopnih ali celo začasno nedostopnih mestih. Na novo je treba izdelati ali razširiti marsikatero obstoječo dostopno cesto. Računati bo treba na to, da je do prve prave prevozne ceste več kilometrov. Ne gre namreč pozabiti, da so lokacije praktično vse MHE na mestih, kjer zima dopušča maksimalno sedemmesčno gradbeno sezono.

Vir: SGP Primorje

OZD GIP GRADIS, LJUBLJANA

Končali delo na Barju

V Ljubljani — na Rudniku, je Gradis že v lanskem letu povsem izpolnil obveznosti, ki jih je prevzel po pogodbah z investitorjem Integralom. Dela na tem gradbišču so bila oddana Gradisu in SCT v razmerju 40 : 60.

Gradisovi delavci iz tozda GE Ljubljana so na slabo nosilnih barjanskih tleh uporabili novo Gradisovo tehnologijo (inovacija!): temeljenje na vgreznjenih votlih PAB kolih. Medtem ko so pripravljali vse potrebno, so v tozdu OGP izdelali potrebne sestavne elemente za osem — ladijsko, to je 8-krat po 40 metrov široko Gradisovo montažno halo, tipa GH-5. Halo je sestavila montažna skupina iz tozda OGP.

Hud mraz preprečil delo

Naše kraje je po novoletnih praznikih zajela prava sibirski zima. Temperatura se je spustila celo na minus 25 stopinj Celzija in pri tako nizkih temperaturah ni bilo mogoče nikakršno delo na gradbiščih. Zaradi tega so se v gradbenih tozdih odločili, da bodo z deli nadaljevali šele takrat, ko bodo temperature nekoliko znosnejše. Delavce, ki so po novoletnih praznikih prišli na delo, so poslali na »podaljšane praznike«, če pa bodo temperature še naprej tako nizke, pa bodo delavci ostali še nekaj časa doma.

Zato bodo porabili del svojega dopusta, tistega, ki je tako že po planu predviden za koriščenje v zimskih dneh. Za ostale dni pa bodo prejeli 70 odstotkov osebnega dohodka.

Gradisov nov TOZD

Delavci v tozdih GE Ljubljana, GE Ljubljana-okolica in Železokrivnica so se na referendumu odločili za združitev v eno temeljno organizacijo — Gradbena

operativa Ljubljana. Do združitve je prišlo po nekaj letnih aktivnosti v vseh treh tozdih in delovni organizaciji.

Gradbena operativa Ljubljana bo lažje pridobivala dela in objekte, ki se bodo gradili v naslednjem srednjeročnem obdobju ter dvignila produktivnost in ekonomičnost poslovanja, ki se bo izrazil tudi v višjih osebnih dohodkih.

Terminski plan nadalje predvideva sprejetje osnovnih samoupravnih aktov, razpis volitev v samoupravne organe, imenovanje vršilca dolžnosti direktorja in v drugi polovici marca vpis v sodni register, s čimer bodo zadoščene tudi vse pravne formalnosti za registracijo tozda Gradbena operativa Ljubljana.

Vir: Gradisov Vestnik

SOZD ZGP GIPOSS, LJUBLJANA

Gradimo šolski center Iskra Kranj

Največje Gradbinčevo gradbišče šolski center Iskra Kranj je že dobilo pravo obliko. Delavci so pohiteli z izdelavo fasade in z zapiranjem objekta, tako, da so v zimskih mesecih obrtniška dela nemoteno potekala. Danes so montažna dela že v polni fazi. Šolski center Iskra je vključen v smiselne idejne zasnove zaidalnega načrta celotnega centra usmerjenega izobraževanja. Programsko se šola vključuje v celotni center, ki predvideva združitev nekaterih prostorov v samostojne gradbene enote.

Na ljubljanskih Zalah

Delavci Gradbinčeve tozda GO Kamnik so si nabrali bogate izkušnje pri gradnji tehnoloških zelo zahtevnih objektov kot so žičnice na Krvavcu, AOC na Trdinovem vrhu, gradnja na Kamniškem sedlu, objekt mikrovalovnih zvez na Krvavcu in drugi, toda sedaj se srečujejo z zelo zahtevno gradnjo Cerkve vseh svetih in prizidka na ljubljanskih Zalah. Ne samo, da gre za največji objekt, katerega trenutno gradijo delavci omenjene tozde, temveč gre za tehnološko zelo zahtevno gradnjo celotnega kompleksa.

Neto površina prostorov cerkve znaša 1067 m², prizidka pa 534 m². Višine objektov so različne in se gibljejo od 2,8 m do 14,60 m. Konstrukcija je iz armiranega betona. Stene so izolirane s toplotno izolacijo, deloma obložene z različnimi materiali, deloma pa ometane. Stropne konstrukcije so neometane oziroma vidne armiranobetonske plošče. Streha je zelo razgibana in pokrita z bakreno pločevino.

Stanovanjska gradnja v Kamniku

V stanovanjski soseski BS-2 Perovo v Kamniku je trenutno v gradnji stanovanjski blok A3/K2 s 45 stanovanji. Gradnja poteka po dobro utečeni outinord tehnologiji, tako kot pri vseh že zgrajenih objektih v tej soseski. Do konca letošnjega leta bo A3/K2 pod streho, dograjen bo v juniju 1985. leta.

Stanovanjska gradnja v Kamniku je bila prekinjena. Soseska BS-2 Perovo je razdeljena na tri faze. Prva faza je zgrajena, v drugi fazi bo poleg že omenjenega bloka A3/K2 zgrajen blok D2/K2, na čigar gradnjo se delavci Gradbinčeve tozda GO Kamnik že pripravljajo.

Za gradnjo tretje faze soseske BS-2 je potrebno predhodno zgraditi celotno infrastrukturo razen kotlarne, ki je že zgrajena za vse tri faze.

Vir: Gipsov vestnik

Lojze Cepuš

Preiskave alfa mavca

1. Uvod

Mavec — kalcijev sulfat polhidrat — je zračno vezivo. Glede na kristalno strukturo sta znana alfa in beta mavec. Po kemijski sestavi sta obe modifikaciji enaki, močno pa se razlikujeta po kristalni strukturi, s katero so določene njune mehansko-fizikalne lastnosti in s tem tudi možnosti uporabe.

Beta mavec tvori kosmičaste sekundarne delce, sestavljene iz ekstremno finih posameznih kristalov, alfa mavec pa sestoji iz kompaktnih lepo izoblikovanih velikih primarnih delcev. Kristalna oblika alfa mavca je lahko igličasta ali pa kratko prizmatična, kar je odvisno od pogojev kristalizacije.

Alfa mavec ima v primerjavi z beta mavcem manjšo specifično površino, večjo gostoto, manjšo topnost in manjšo specifično in hidratacijsko toploto. Zaradi manjše specifične površine je manjša tudi potreba po vodi, zato ima alfa mavec pri enaki konsistenci testa boljše mehanske lastnosti kot beta, je pa manj plastičen.

Osnovne fizikalno-mehanske karakteristike beta in alfa mavca so naslednje:

	beta mavec	alfa mavec
čas vezanja		
— začetek (min)	13	10
— konec (min)	28	22
vodomavčni faktor	0,73	0,38
prostorninska masa		
suhih preizkušancev (g/cm ³)	1,069	1,602
trdnosti suhih preizkušancev		
— upogibna (MPa)	4,8	12,3
— tlačna (MPa)	11,2	40,4

Glede na uporabljeno surovino in tehnološki postopek vrednosti lahko močno odstopajo od zgoraj navedenih.

Surovina za pridobivanje obeh vrst mavcev je sadra — kalcijev sulfat dihidrat, ki se pridobiva kot ruda v kamnolomih ali pa nastaja kot odpadni produkt pri industrijskih kemijskih procesih (fosfor-na, kemijska, odpadna sadra).

Beta mavec se industrijsko pridobiva iz sadre po suhem postopku z direktnim ali indirektnim žganjem pri temperaturah 120—180°C, alfa mavec pa se pridobiva po mokrem postopku pod pritiskom v avtoklavih pri temperaturah med 80 in 150°C.

Glede na uporabnost delimo mavec v gradbeni, tehnični in medicinski mavec.

Gradbeni mavci so: štukaturni (alabaster) mavec, mavec za omete, mavec za pode. Štukaturni mavec je beta mavec, uporablja se za izdelavo gradbenih elementov (stenskih in stropnih plošč) in je kot običajni alabaster mavec dosegljiv v trgovski mreži za razna zidarska dela. Mavec za omete je večfazni mavec oziroma mešanica beta mavca in anhidrita in se uporablja za notranje omete. Iz štukaturnega mavca, mavca za omete, kemijskih dodatkov in polnil so industrijsko izdelane suhe malte za ročno in strojno nanašanje, mavčna lepila, izravnalne mase itd. Kot mavec za pode se običajno uporablja anhidritni mavec s tlačnimi trdnostmi do 40 MPa. Enakovredno kvaliteto dobimo z mešanjem alfa in beta mavca.

Tehnični mavci, ki se uporabljajo kot modelni mavci pretežno v keramični industriji in v metalurgiji, so mešanice alfa in beta mavca. Pri zelo visokih zahtevah kvalitete se uporablja tudi sam alfa mavec.

V medicini se prav tako uporabljata obe vrsti mavca: beta mavec oziroma mešanice alfa in beta mavca v kirurgiji, sam alfa mavec pa tudi kot trdi mehansko visoko odporni dentalni mavec.

Ker se je v zadnjih letih pojavila potreba po namoženosti uvoženega alfa mavca z domačim, smo na ZRMK v letih 1982 in 1983 najprej laboratorijsko, nato pa polindustrijsko proizvedli alfa mavec, ki naj bi se uporabljal predvsem kot dentalni mavec in kot dodatek beta mavcu v gradbeništvu.

2. Laboratorijsko pridobivanje alfa mavca

Za laboratorijske poskuse pridobivanja alfa mavca smo uporabili sadri Volari pri Jajcu in Soviči pri Jablanici z naslednjo kemijsko sestavo:

	Sadra Volari %	Sadra Soviči %
Kristalna voda	20,40	20,55
SiO ₂ + netopno	0,30	0,19
R ₂ O ₃	0,50	0,35
CaO	33,04	32,76
MgO	0,00	0,00
SO ₃	45,99	46,30
CO ₂	0,30	0,43
Skupaj	100,53	100,58

Sadra je bila zdrobljena na zrnivosti 5—15, 10—30, 10—50, 30—100 in 50—100 mm.

Vzorci sader smo avtoklavirali v vodni pari v laboratorijskem avtoklavu pri nadtlakih 1,0 do 7,2 bar. Čas avtoklaviranja je bil 3,0 do 8,2 ure. Preiskave avtoklaviranega mavca so pokazale, da so najugodnejši pogoji avtoklaviranja čas 4—5 ur in nadtlak 2—4 bar.

Avtoklavirani mavec smo posušili v laboratorijskem sušilniku pri temperaturah 105—120° C. Nato smo ga zdrobili ročno oziroma pri večjih količinah v laboratorijskem čeljustnem drobilcu in zmleli v Fritschovem laboratorijskem mlinu na zrnovitost pod 0,2 mm.

Kvaliteto tako pripravljenih vzorcev alfa mavcev smo ugotavljali z naslednjimi preiskavami:

- določitev kristalne vode,
- določitev prostorninske mase in tlačne trdnosti po 24 urah na preizkušancih dimenzij 4 × 4 × 5 cm,
- mikroskopski pregled.

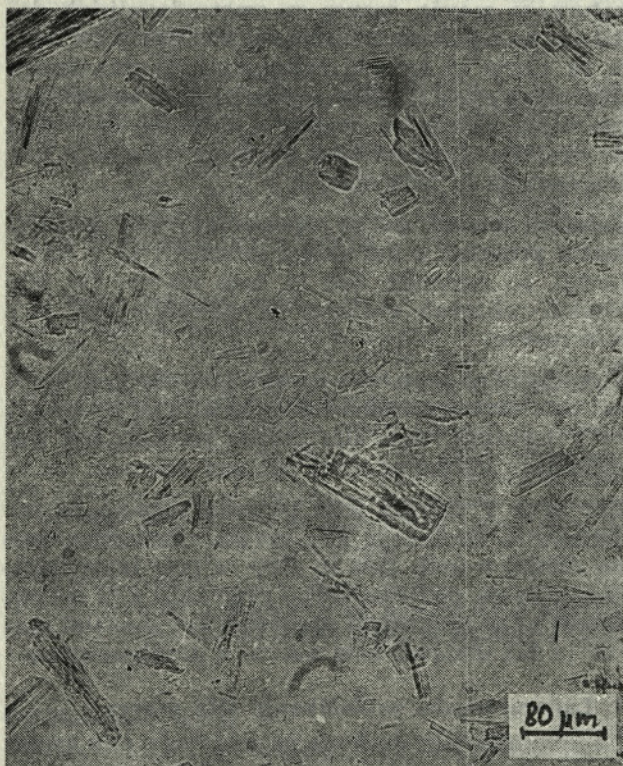
Vodomavčni faktor za izdelavo preizkušancev za določitev prostorninske mase in tlačne trdnosti je

bil 0,33 do 0,41, glede na konsistenco, ki je bila v vseh primerih taka, kot se uporablja pri dentalnih mavcih.

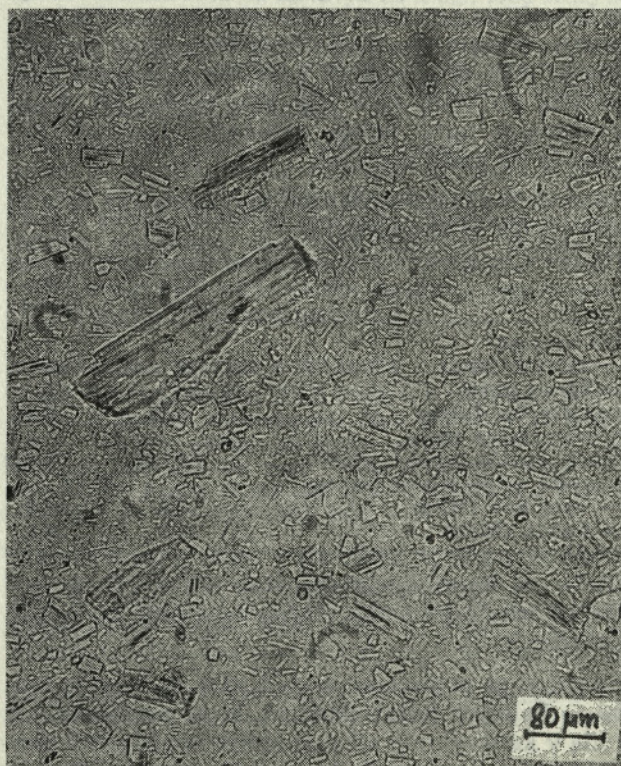
Nekateri rezultati preiskav so podani v tabeli in na mikroskopskih posnetkih (sliki 1 in 2), na katerih so jasno vidni ploščati kristali alfa mavca. Na sliki 3 je za primerjavo prikazan mikroskopski posnetek običajnega beta mavca z mikrokristalinično strukturo.

Tabela: Rezultati laboratorijskega pridobivanja alfa mavca

Vzorec	Zrnovitost sadre (mm)	Kristalna voda alfa mavca (%)	Vodomavčni faktor za izdelavo preizkušancev	Prost. masa po 24 urah (g/cm ³)	Tlačna trdnost po 24 urah (MPa)
Sadra Soviči:					
12	5—15	5,84	0,35	1,563	16,1
7/2	5—15	5,06	0,33	1,616	23,5
8/1	10—25	6,26	0,36	1,581	24,5
8/2	10—25	5,98	0,355	1,578	22,1
5/4	30—50	5,30	0,36	1,568	27,0
10	30—100	5,73	0,35	1,593	23,9
Sadra Volari:					
11	5—15	5,82	0,35	1,612	23,5
17	10—30	5,24	0,36	1,574	23,8
19	10—30	6,20	0,36	1,569	24,5
14	10—30	5,58	0,36	1,638	26,4
15	10—30	5,61	0,36	1,566	23,3
27	10—50	5,78	0,36	1,564	21,0
29/1	10—50	5,86	0,36	1,550	22,5
31/1	10—50	5,93	0,36	1,538	26,5
26	10—50	5,89	0,36	1,561	27,6
30	10—50	5,94	0,36	1,549	21,6
9	30—100	5,63	0,35	1,580	26,0
31/a	50—100	5,51	0,36	1,586	25,2



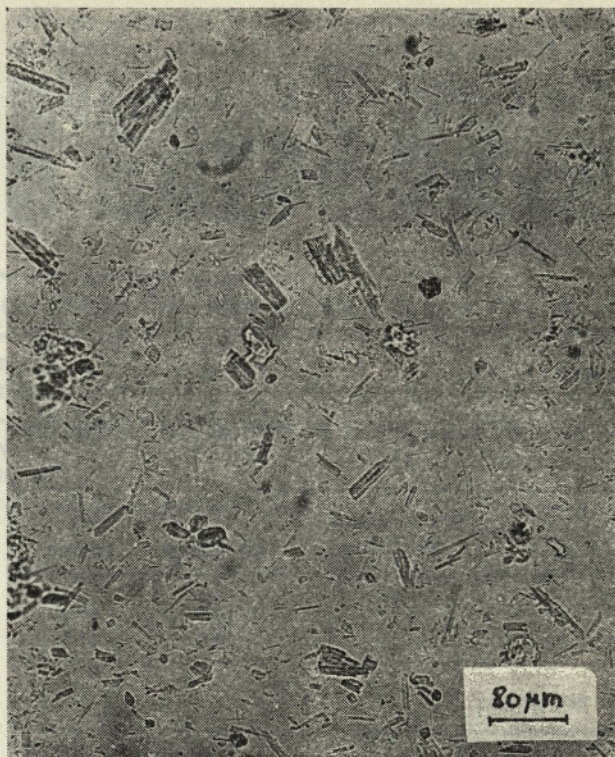
Slika 1. Laboratorijsko izdelan alfa mavec Volari



Slika 2. Laboratorijsko izdelan alfa mavec Soviči



Slika 3. Industrijski beta mavec



Slika 4. Polindustrijsko izdelan alfa mavec Volari

Na osnovi dobljenih rezultatov smo izbrali optimalne pogoje laboratorijske izdelave alfa mavca in izdelali večji vzorec, ki je imel naslednje karakteristike:

- vodomavčni faktor (DIN 1168): 0,526
- čas vezanja:

	Vodomavčni faktor	
	0,526	0,36
Začetek	9 min	4 min
Konec	20 min	14 min

— prostorninska masa in trdnosti pri vodomavčnem faktorju 0,36:

Starost preizkušancev (dni)	Prost. masa (g/cm ³)	Trdnost (MPa)	
		upogibna	tlačna
1	1,64	—	26,4
7	1,57	12,2	52,5
28	1,62	12,4	52,0

— zrnavost

Velikost zrn (μm)	Vsebnost delcev (%)
> 100	1,7
63—100	0,9
40—63	1,8
32—40	3,3
< 32	92,8

Vzorec glede na svoje lastnosti ustreza namenu uporabe kot modelni oziroma dentalni mavec in kot dodatek beta mavcu v gradbeništvu.

3. Polindustrijski poizkus pridobivanja alfa mavca
Za polindustrijski poizkus je bila uporabljena sadra Volari z naslednjo kemijsko sestavo:

	%
Kristalna voda	19,03
SiO ₂ + netopno	2,11
R ₂ O ₃	1,00
CaO	28,42
MgO	1,98
SO ₃	44,11
CO ₂	2,90
Skupaj:	99,55

Kljub posebnemu izbiranju sadre v kamnolomu je bila njena kvaliteta slabša kot pri sadri za laboratorijske poskuse.

Granulacija sadre je bila 50—150 mm.

Laboratorijski preizkusi so zaradi slabše kvalitete sadre dali nekoliko slabše rezultate kot predhodne preiskave: tlačna trdnost alfa mavca je bila pri vodomavčnem faktorju 0,40 po 24 urah 18,8 MPa.

Potek dela:

10 ton sadre smo napolnili v 4 kovinske posode s prostornino 2,3 m³ in jih zapeljali v vodoraven cilindrični avtoklav s prostornino ca. 48 m³. Avtoklaviranje je trajalo 7 ur, maksimalni nadtlak je bil 3,5 bar.

Po avtoklaviranju je bil material protitočno sušen v tunelski sušilnici z odpadnimi plini pri temperaturah 70 do 110° C.

Posušen material smo zdrobili v udarnem drobilniku IZ-I na zrnavost 0—3 mm, nato pa zmleli v vibracijskem mlinu GSM na zrnavost $> 200 \mu\text{m}$ ter pakirali po 30 kg v plastične vreče.

Tako smo pridobili 4100 kg alfa mavca. Kvaliteta proizvoda je bila naslednja:

— vodomavčni faktor po DIN 1168: 0,604

— čas vezanja:

	Vodomavčni faktor	
	0,604	0,392
Začetek	6 min	3,5 min
Konec	17,5 min	12 min

— prostorninska masa in trdnost pri vodomavčnem faktorju 0,392:

Starost preizkušancev (dni)	Prost. masa (g/cm^3)	Trdnost (MPa)	
		upogibna	tlačna
1	1,54	5,0	17,4
7	1,51	12,1	37,9
28	1,51	10,5	41,6

— zrnavost:

Velikost zrn (μm)	Vsebnost delcev (%)
> 200	2,7
100—200	4,4
63—100	5,7
40—63	6,7
32—40	5,9
< 32	76,6

Mikroskopski posnetek alfa mavca je prikazan na sliki 4.

Kvaliteta polindustrijsko pridobljenega alfa mavca je bila enaka kvaliteti laboratorijsko pridobljenega vzorca iz iste surovine.

4. Sklep

Izdelali smo laboratorijski postopek za pridobivanje alfa mavca. Definirali smo optimalne pogoje pridobivanja, jih prenesli v polindustrijsko proizvodnjo in izdelali 4 tone alfa mavca. Kakovost polindustrijskega proizvoda je enaka kakovosti laboratorijsko izdelanega alfa mavca, odvisna pa je od čistosti surovine. Proizvod ustreza zahtevam kakovosti za mavec po nemških predpisih (DIN 13911).

Z navedenimi poskusi smo določili parametre, na osnovi katerih je možno preiti na industrijsko proizvodnjo. Proizvodni obrat bi moral kriti letne jugoslovanske potrebe približno 10.000 ton alfa mavca, ki bi se uporabljal v medicini, keramični industriji in v gradbeništvu.

Literatura

1. Ullmans Enzyklopädie der technischen Chemie, Band 12. Verlag Chemie GmbH, Weinheim, Bergstrasse, 1976
2. Gutt W., Smith M. A.: The α Form of Calcium Sulphate, Transactions of the British Ceramic Society, Vol. 66, No. 8, pp. 337—345, August 1967
3. Papadakis M., Venuat M.: Industrie de la chaux du ciment et du plâtre, Dunod, Paris 1970
4. Groves A. W.: Gypsum and Anhydrite, London, Her Majesty's Stationery Office, 1958
5. Volkart, K.: Bauen mit Gips, Bundesverband der Gips- und Gipsbauplattenindustrie e.V., 9. Auflage, 1978
6. DIN 13911. Gips, Anforderungen, Prüfung, 1976

Marjana Gspan, dipl. inž. kem. in
Marjan Orel, dipl. inž. kem.



korostop

antikorozijski dodatek betonu in cementni malti.

SOZD **KEMA** MARIBOR
TOVARNA DUŠIKA RUŠE n.sol.o.

TOZD PROIZVODNJA KREMENČEVEGA
PESKA n. sol. o. PUCONCI

TELEFONI: (069) 72-520, 72-521; TELEGRAM: SEPARACIJA PUCONCI

Jugoslovansko društvo za hidrologijo organizira pod pokroviteljstvom Zveze vodnih skupnosti SRS

IV. seminar

Metode meritev in obdelave podatkov z računskimi primeri

v hotelu »Jelovica«, Bled, od 22. do 25. 4. 1985

Namen seminarja je z znanstvenimi in strokovnimi prispevki podpreti razvoj metod hidroloških meritev, registriranja in obdelave podatkov. Seminar je namenjen mlajšim inženirjem in tehnikom.

Na seminarju bo predavalo 14 jugoslovanskih znanstvenikov in strokovnjakov. Predavanja bodo tiskana v posebni publikaciji, ki jo bodo udeleženci prejeli na seminarju.

Tematika seminarja:

1. Vpliv hidroenergetskih objektov na podzemne vode
2. Prognoza vplivov hidrotehničnih posegov na kakovostni režim voda
3. Korelacija in regresija v hidrologiji
4. Hidrološke analize malih in srednjih voda na hidrološko neraziskanih povodjih
5. Določanje komponent vodne bilance
6. Metode izračuna propagacije in transformacije poplavnih valov
7. Metode obdelave suspendiranih in rinjenih naplavin
8. Hidrologija krasa

Informacije: Hidrotehnična smer FAGG
61000 Ljubljana, Hajdrihova 28
telefon: (061) 210 812



podjetje za urejanje voda

63001 celje

škvarčeva 4, p.p. 144

delovna skupnost skupnih služb

telefon (063) 28 121

tozd vodno gospodarstvo

telefon (063) 33 451

tozd vodne in nizke gradnje

telefon (063) 33 451

tozd projekt inženiring

ljubljana, bjeđičeva 3

telefon (061) 574 131

predstavništvo beograd

sava center presscenter r5

telefon (011) 133 618

