

GRADBENI VESTNIK

LJUBLJANA, JANUAR 1976
LETNIK 25, ŠT. 1 STR. 1-24

1



SPLOŠNO GRADBENO PODJETJE »PIONIR« NOVO MESTO

Objekt: Tovarna keramičnih ploščic v Račjem selu pri Trebnjem med gradnjo

GRADBENI VESTNIK

GLASILO ZVEZE GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE

ŠT. 1 — LETNIK 25 — 1976

VSEBINA-CONTENTS

Članki, študije, razprave Articles, studies, proceedings

Po zaključku 24. letnika Gradbenega vestnika 1

VUKAŠIN AČANSKI:

Industrijska gradnja in transport (Konec) 4

MITJA RISMAL:

Modernizacija čistilnih naprav in kanalskega omrežja (Konec) 9

PAVLE SIVEC — ALOJZ SEVER:

Silikonski premazi 16

Mnenje in kritika Opinions

B. F.:

Stanje del na reviziji Pravilnika o tehničnih ukrepih in pogojih za
beton in armirani beton 20

Popravek — Obvestilo 19

Informacije Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana Reports of Institute for material and structures research Ljubljana

STANE KOVAČEVIČ:

Sanacija stranskih sten v žgalnem kanalu krožne peči 21

Odgovorni urednik: Sergej Bubnov, dipl. inž.

Tehnični urednik: prof. Bogo Fatur

Uredniški odbor: Janko Bleiweis, dipl. inž., Vladimir Čadež, dipl. inž., Marjan Gaspari, dipl. inž., dr. Miloš Marinček,
Maks Megušar, dipl. inž., Anton Podgoršek, Saša Skulj, dipl. inž., Viktor Turnšek, dipl. inž.

Revijo izdaja Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon 23 158. Tek. račun pri
Narodni banki 50101-678-47602. Tiska tiskarna Tone Tomšič v Ljubljani. Revija izhaja mesečno. Letna naročnina sku-
paj s članarino znaša 50 din, za študente 20 din, za podjetja, zavode in ustanove 300 din

Po zaključku 24. letnika Gradbenega vestnika

V letu 1975 je izšel 24. letnik Gradbenega vestnika v obsegu, ki je bil večji od planiranega. Namesto predvidenih 240 strani ima 24. letnik 312 strani strokovnega teksta, poleg običajnih prilog: Informacij ZRMK in oglasnih strani. Povečan obseg je bil pogojen s tematskim oziroma regionalnim pristopom k strokovni problematiki. S tem smo želeli prikazati projektiranje in izgradnjo pomembnejših objektov pri nas, za katere je bilo zbrano več snovi, kot bi to dovoljeval predvideni obseg revije. Glede na finančno podporo, ki so jo posamezne organizacije nudile Gradbenemu vestniku pri izdaji številke iz njihovega delokroga, je bilo umestno vključiti tisto strokovno snov, ki so jo te organizacije smatrale kot nujno potrebno. Posegi uredništva so pri teh številkah zadevali strokovno raven revije in dobro tehnično opremo.

Glede na grupiranje snovi po omenjenem principu je imel 24. letnik 4 enojne in 4 dvojne številke. Dvojne številke so bile posvečene naslednjim problemom oziroma objektom ali regijam: Cestno-prometnemu vozlišču Ljubljane (št. 5-6), 30-letnici GIP Gradis (št. 7-8), Kliničnemu centru v Ljubljani (št. 9-10) in Gradbeništvu v Mariboru (št. 11-12).

Poleg kvalitetnih člankov, ki zajemajo širša področja smo z dvojnimi številkami uspeli tudi pokriti stroške izdajanja revije. Glede na znane težave pri izdajanju strokovnih revij (pomanjkanje finančnih sredstev), je bila takšna usmeritev nujna, če smo hoteli realizirati predvideni obseg revije in redno izhajanje.

Stroški tiska se nenehno povečujejo, zlasti stroški tiskarskega papirja, tako da so poslovni aranžmaji vse bolj neizogibni za redno izhajanje strokovnih revij. To velja zlasti za Gradbeni vestnik, ki ne prejema nobene družbene podpore, tako kot jo prejemajo nekatere druge strokovne revije.

Na tem mestu se zahvaljujemo vsem tistim organizacijam, ki so prispevale svoj delež z naročilom oglasov, zlasti tistim organizacijam, ki so poleg oglasov pokrile tudi del stroškov tiska revije in sicer: ZRMK, Skupščini mesta Ljubljana, Republiški skupnosti za ceste, Gradisu, Kliničnemu centru, Medicoengineeringu in organizacijam gradbeništva v Mariboru.

V letu 1975 so oživele diskusije glede vsebine Gradbenega vestnika. Čeprav smo vsebino Gradbenega vestnika oblikovali skozi dolga leta njegovega izhajanja, upoštevajoč rezultate anket in številna mnenja upravnega odbora ZGIT Slovenije ter posameznikov, očitno nismo uspeli zadovoljiti vseh. Sicer pa je razumljivo, da je težko zadovoljiti vseh 2500 naročnikov Gradbenega vestnika. Velika večina ni seznanjena s težkimi finančnimi problemi, ki pogojujejo izhajanje revije, kakor tudi ne s težavami pri pridobivanju kvalitetnih strokovnih prispevkov z relativno majhnega jezikovnega področja. V iskanju optimalne rešitve teh problemov, z upoštevanjem želja tako znanstvenikov in strokovnjakov kakor tudi široke baze naših gradbenikov, se je v zadnjih letih izoblikovala več ali manj standardna vsebinska oblika Gradbenega vestnika, ki jo poznamo skozi vrsto let. Ta vsebina očitno ni bila deležna priznanja vseh članov ZGIT, saj so jo nekateri označili kot preveč teoretično in zato neustrezno. Te pripombe so bile obravnavane v letu 1975 na petih sejah uredniškega odbora Gradbenega vestnika, ki je smatral, da dosedanja vsebina Gradbenega vestnika ustreza sedanjemu stanju v našem gradbeništvu. Uredniški odbor je izhajal iz dejstva, da je Gradbeni vestnik edina znanstvenostrokovna revija slovenskega gradbeništva, ki prikazuje raven gradbene stroke pri nas in reprezentira gradbeništvo Slovenije ne samo v Jugoslaviji, temveč tudi v inozemstvu. Zato se uredniški odbor ni strinjal z zniževanjem stro-

kovne ravni in s krčenjem obsega teoretičnega dela revije. Pač pa se je uredniški odbor strinjal s tem, da se vsebina Gradbenega vestnika dopolni s kvalitetnimi prispevki iz naše prakse, ki bi jih lahko prevzemali iz posameznih časopisov gradbenih podjetij ter v zvezi s tem zadolžili nekatere člane, da izvršijo selekcijo člankov iz teh časopisov in jih predložijo uredništvu za objavo.

Pri presoji dosedanje vsebine je uredniški odbor smatral, da je treba upoštevati vsebino celotnega letnika revije, ne le posamezne številke, ker se sproti celotni letnik oblikuje ustrezno razmerju med teoretičnim in praktičnim delom revije. Upoštevati je treba tudi, da je zelo težko pridobivati kvalitetne strokovne prispevke, ki so sposobni prenesti ne samo slovensko, temveč tudi jugoslovansko in svetovno kritiko. Gradbeni vestnik prejema številni dokumentacijski centri pri nas in v svetu in njegova vsebina se tam registrira. Posamezne članke v nekaterih državah tudi prevajajo za posamezne interesente. Zato je visoka strokovna raven take revije, kot je Gradbeni vestnik, nujna.

Ne glede na zgoraj navedena stališča uredniški odbor vabi vse zainteresirane gradbenike, da sporočijo za našo rubriko mnenje in kritike svoje pripombe in sugestije glede vsebine Gradbenega vestnika, upoštevajoč pri tem realno stanje razpoložljivega števila kvalitetnih prispevkov in širši pomen Gradbenega vestnika za gradbeništvo Slovenije. Želeli bi, da bi bile te sugestije podprte tudi s konkretnimi prispevki za objavo v Gradbenem vestniku, ker nam kvalitetnega gradiva vedno primanjkuje.

UREDNIŠKI ODBOR

Industrijska gradnja in transport

UDK 69.002.71 (Konec)

VUKAŠIN AČANSKI, DIPL. INŽ. GR.
GIP GRADIS, BIRO ZA PROJEKTIRANJE, MARIBOR

A. TRANSPORTNA SREDSTVA S POMIKANJEM PO TLEH

1. Transportni vozički

- a) transportni vozički po tirnicah
- b) transportni vozički brez tirnic.

Vozički nimajo lastnega pogona in se vlečejo z drugimi stroji. Z ozirom na velikost transportnih produktov so za vozičke potrebne vozne površine od 2 do 5 m širine. Za optimalni delovni proces je pogoj zadostno število vozičkov, s katerimi lahko produkte zjutraj hitro odstranimo iz delovnega prostora. Tako se žerjavi čim hitreje sprostijo za druga dela, vozičke pa razložimo ob drugi priložnosti, ko je dela manj.

2. Viličarji

Viličarji so zelo komunikativni, primerni za transportiranje vozičkov z elementi. Njihove pomanjkljivosti so v tem, da imajo majhno dvizno moč in potrebujejo prost dostop do elementa, ki ga transportirajo.

Potrebna širina vozne površine se giblje od 2,5 do 4,0 m z ozirom na velikost stroja.

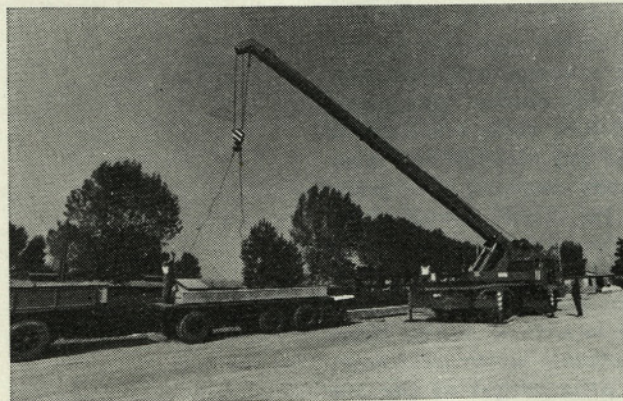
3. Pomični platoji (odri)

Pomični platoji pridejo v poštev samo v obratih za proizvodnjo velikotablastih elementov. V tem primeru se izognemo potrebi portalnih žerjavov v hali in uredimo transport pomičnih platojev v območje zunanjih portalnih žerjavov.

4. Transportni trakovi

S pomočjo transportnih trakov se transportirajo velikotablasti elementi.

5. Travelift-portalni žerjav na gumijastih kolesih z razponi 6,00 do 11,00 m in nosilnosti do maks. 50 ton se uporabljajo predvsem za transport daljših in težjih elementov-nosilcev.



Sl. 6. Razkladanje elementov na gradbišču

B. TRANSPORTNA SREDSTVA, KI SE POMIKAJO NAD TLEMI

1. Mostni žerjav

Mostni žerjavi so običajno transportno sredstvo v hali. Prednosti teh žerjavov so velike. Upravljajo se lahko bodisi s tal ali pa iz voznikove kabine. Pri žerjavih z upravljanjem s tal je potrebna pot širine ca. 2,0 do 5,0 m, medtem ko pri žerjavih z vozno kabino ta pot odpade.

Pri izbiri med njima je merodajno število izgotovljenih elementov na dan, dolžina hale itd. Če so žerjavi predvideni tudi za razna druga dela, kot recimo za prevoz betona, za transport armature in opažev, potem niso optimalno izkoriščeni. Gledati je treba, da so dvizne naprave najmanj 60—70 % stalno izkoriščene in da se ne uporabljajo za majhne teže. Transportne poti žerjavov naj bodo minimalne.

2.122 TRANSPORT IN DEPONIRANJE ELEMENTOV NA PROSTEM

Deponijski prostor na prostem mora biti najmanj 1,5 do 3-krat večji od površine vseh hal obrata. Ta velikost je potrebna za deponiranje 2 do 3 mesečne proizvodnje. Ekonomični proporci med posameznimi površinami delov obrata in površino celotnega obrata so naslednji:

— ceste 20—25 %, hala 15—30 %, deponija 40—60 % od površine celotnega obrata.

Transportna sredstva, ki se uporabljajo na prostem: viličar, mostni žerjavi na žerjavni progi, ki vodi iz hale na deponijo, portalni žerjavi s konzolami, stolpni žerjavi in avto žerjavi.

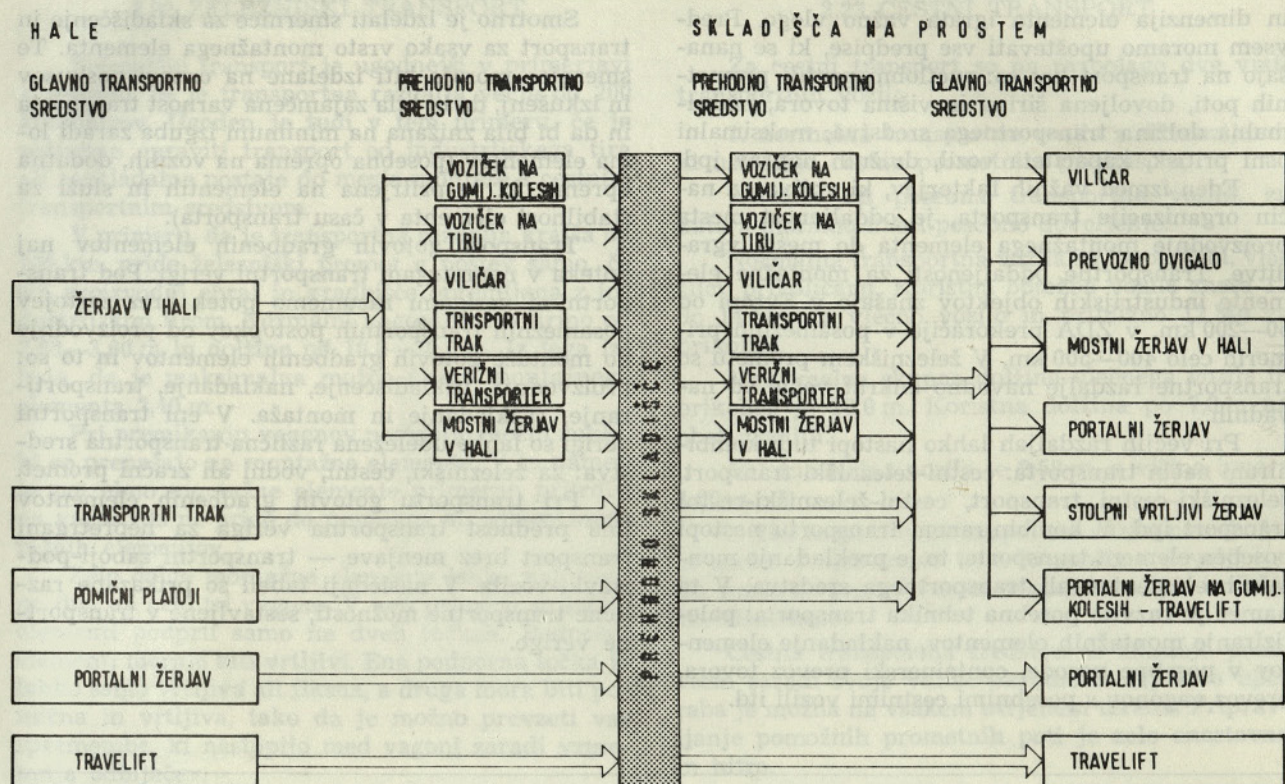
— Viličarji služijo predvsem v večjih obratih kot prenašalci elementov k ostalim manj gibljivim dvigalnim napravam. Poleg tega jih koristimo pri nakladanjih na kamione. Njihova pomanjkljivost je, da zahtevajo izredno veliko vozno površino. Primernejši so kot pomožno transportno sredstvo.

Mostni žerjavi, ki povezujejo halo in zunanjo deponijo, so najbolj uporabna transportna sredstva. Uporabljajo se žerjavi nosilnosti 5—20 ton koristne obtežbe — v splošnem pa med 10 in 15 ton.

S portalnimi žerjavi z eno- ali dvostranskima konzolama je omogočeno poljubno nakladanje v območju žerjava.

Stolpni žerjavi se uporabljajo pretežno na težkih terenih oziroma v fazi izgradnje obrata, kjer portalnih žerjavov ni možno povsem izkoristiti.

Avto žerjavi prav tako potrebujejo veliko vozno površino. Z njimi lahko nakladamo ali razkladamo lahke in težke elemente, vendar so stroški obratovanja z njimi znatno višji kot pa pri viličarjih ali žerjavih. Običajno se v obratih uporabljajo avto žerjavi 9 do 15 ton nosilnosti.



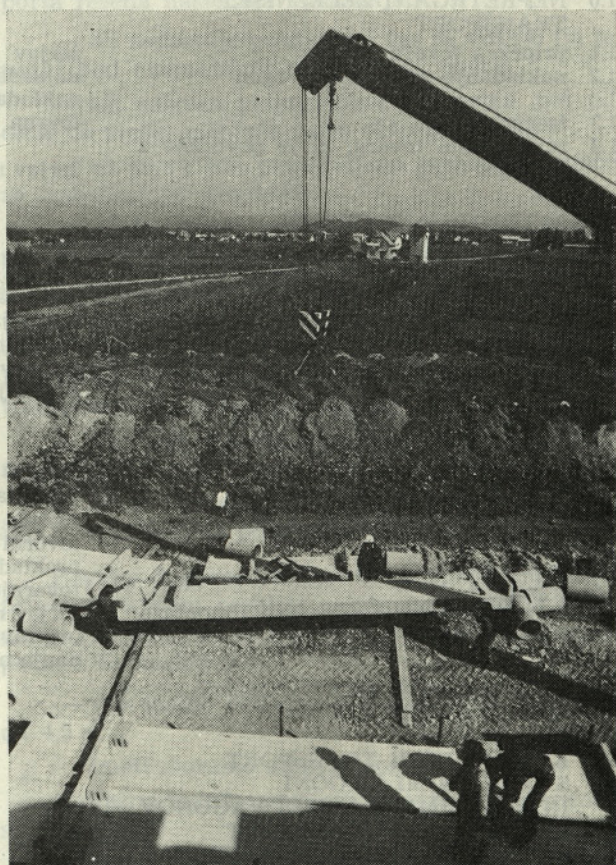
Skica 3. Vrste transportnih sredstev za skladiščenje montažnih elementov

2.20 ZUNANJI TRANSPORT MONTAŽNIH ELEMENTOV OD MESTA PROIZVODNJE DO MESTA MONTAŽE

2.21 Splošno o zunanjem transportu

Transport montažnih elementov predstavlja vezni člen med proizvodnjo elementov in gradbiščem. Biti mora zagotovljeno, da so v času montaže na razpolago na gradbišču vsi zahtevani elementi, tako po številu kakor tudi po vrsti. V glavnem se opravlja transport elementov po cesti ali po železnici.

Lahko se opravlja transport elementov tudi po vodi ali zraku. Vendar sta ta načina v našem okolju tako redka, da jih v tem primeru ne bomo obravnavali. Kot optimalno rešitev transporta smatramo, če ustreza dovoz elementov poteku montaže in to brez vmesnega prekladanja. Torej elemente montiramo direktno iz transportnega sredstva. Takšen kontinuirni verižni dovoz elementov lažje organiziramo po cesti, kot po železnici. Optimalna organizacija transporta zahteva točno poznavanje vseh transportnih možnosti in transportnih sredstev. Že pri projektiranju elementa je važno znanje o poteku transporta elementa. Prav tako je važno, da so montažni elementi dimenzionirani za vse obtežne primere: za uskladiščenje, za transport, dinamične obremenitve, katere nastanejo zaradi nevarnosti in zakrivljenosti cest, zmanjšanja in pospeševanje hitrosti vožnje, kakor tudi surki pri pomikanju vagonov, za montažo in za končno eksploatacijo. Tudi oblika



Sl. 7. Deponiranje elementov na gradbišču

in dimenzija elementa igrata važno vlogo. Predvsem moramo upoštevati vse predpise, ki se nanašajo na transport kot so: svetlobni profili prometnih poti, dovoljena širina in višina tovora, maksimalna dolžina transportnega sredstva, maksimalni osni pritisk, kapaciteta vozil, dvizhni naprav ipd.

Eden izmed važnih faktorjev, ki vpliva na način organizacije transporta, je oddaljenost mesta proizvodnje montažnega elementa do mesta vgraditve. Transportne oddaljenosti za montažne elemente industrijskih objektov znašajo v Evropi od 50—200 km, v ZDA prekoračijo v posameznih primerih celo 400—500 km. V železniškem prometu so transportne razdalje navadno enkrat večje od navadnih.

Pri večjih razdaljah lahko nastopi tudi kombinirani način transporta: cestni-železniški transport, železniški-cestni transport, cestni-železniški-cestni transport ipd. V kombiniranem transportu nastopi poseben element transporta, to je prekladanje montažnih elementov ali transportnega sredstva. V ta namen je razvita posebna tehnika transporta: paletiziranje montažnih elementov, nakladanje elementov v posebne posode, containerski prevoz tovora, prevoz vagonov s posebnimi cestnimi vozili itd.

Smotrno je izdelati smernice za skladiščenje in transport za vsako vrsto montažnega elementa. Te smernice morajo biti izdelane na osnovi poskusov in izkušenj, da bi bila zajamčena varnost transporta in da bi bila znižana na minimum izguba zaradi loma elementov (posebna oprema na vozilih, dodatna oprema, ki je pritrjena na elementih in služi za stabilnost elementa v času transporta).

Transport gotovih gradbenih elementov naj poteka v nepretrgani transportni verigi. Pod transportnimi verigami razumemo potek brez zastojev posameznih transportnih postopkov od proizvodnje do montaže gotovih gradbenih elementov in to so: proizvodnja, uskladiščenje, nakladanje, transportiranje, razkladanje in montaža. V eni transportni verigi so lahko udeležena različna transportna sredstva: za železniški, cestni, vodni ali zračni promet.

Pri transportu gotovih gradbenih elementov ima prednost transportna veriga za nepretrgani transport brez menjave — transportni zaboji-podstavki-vozila. V naslednji tabeli so prikazane različne transportne možnosti, sestavljene v transportne verige.

Zap. št.	Potek — faza	Oprema	Kraj
1.0	NEPRETRGANI ŽELEZNIŠKI TRANSPORT		
1.1	priprava tovora	žerjav	proizvodni obrat
1.2	nakladanje na tovorni vagon	nakladalni prostor nakladalna rampa tovorna veriga	industrijski tir v obratu
1.3	transport		železniško omrežje
1.4	razkladanje tovora, ki je povezano z montažo	žerjav na gradbišču	gradbišče, opremljeno z industrijskim tirom
2.0	NEPRETRGANI CESTNI TRANSPORT		
2.1	priprava tovora	žerjav	proizvodni obrat
2.2	nakladanje tovornjakov	nakladalni prostor, rampa tovornjak	cestni priključki cestno omrežje
2.3	transport		gradbišče s cestnim dovozom
2.4	razkladanje (povezava z montažo)	žerjav na gradbišču priprava za nakladanje in razkladanje na vozilo, tovornjak	
3.0	KOMBINIRANI TRANSPORT ŽELEZNICA + CESTA		
3.1	priprava tovora	žerjav	proizvodni obrat
3.2	nakladanje tovornega vagona	nakladalni prostor rampa	industrijski tir v obratu
3.3	transport	tovorni vagon	železniško omrežje
3.4	prekladanje tovora	prekladalna naprava	tovorna postaja
3.5	transport	tovornjak	cestno omrežje
3.6	razkladanje, ki je povezano z montažo	žerjav na gradbišču priprave nakladanja in razkladanja na tov. vozilo	gradbišče s cestnim dovozom
4.0	KOMBINIRANI TRANSPORT V ZABOJIH IN POSEBNIH PRIPRAVAH		
5.0	KOMBINIRANI TRANSPORT S TOVORNIMI VAGONI IN CESTNIMI VLAČILCI VAGONOV		
6.0	KOMBINIRANI TRANSPORT S CESTNIMI VOZILI IN POSEBNIMI TOVORNIMI VAGONI ZA CESTNA VOZILA		

2.22 ŽELEZNIŠKI TRANSPORT

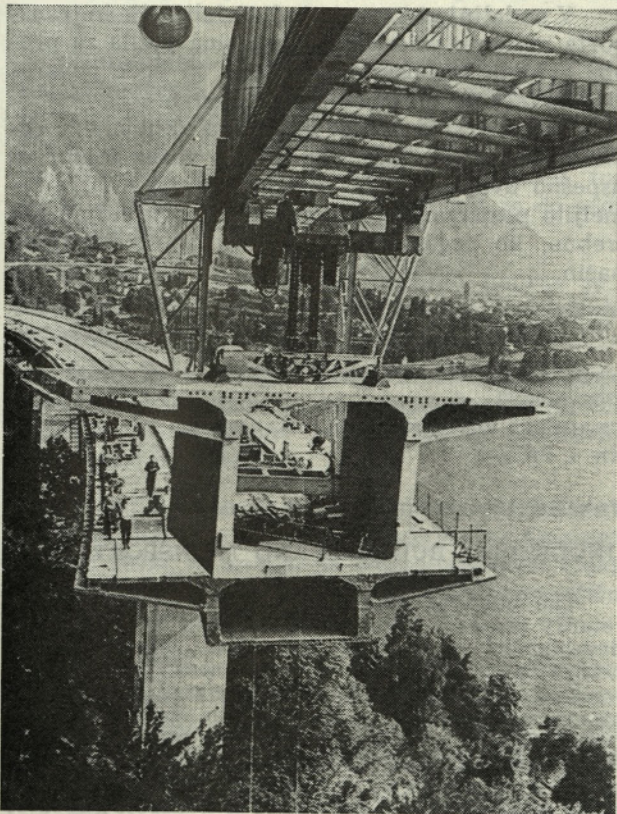
Železniški transport je ugodnejši v primerjavi s cestnim, če je transportna razdalja večja od 200 kilometrov. Ugoden je tudi v tem primeru, če je potrebno opraviti transport od industrijskega tira ali razkladalne postaje do mesta montaže s cestnim transportnim sredstvom.

V primeru, da je transportna razdalja krajša od 100 km, pride železniški promet v poštev samo, če sta proizvodni obrat in gradbišče opremljena z industrijskim tirom. Normalni vagoni imajo širino od 2,60—3,00 m in dolžino od 10,0—20,0 m. Iz tega izhaja, da je maksimalna možna širina montažnega elementa 2,40 m.

Pri premikanju vagonov nastopijo možni sunki, ki se prenašajo na montažne elemente. V ta namen je potrebno montažne elemente primerno pritrčiti na vagon, da ne pride do premikov ali zdrsov montažnih elementov.

Zelo dolge montažne elemente lahko naložimo na dva ali celo tri vagoni. V tem primeru so lahko elementi podprti samo na dveh točkah. Podporni elementi morajo biti vrtljivi. Ena podporna točka je lahko samo vrtljiva ali fiksna, a druga mora biti pomična in vrtljiva, tako da je možno prevzeti vse spremembe, ki nastopijo med vagoni zaradi vzmetenja odbijačev.

Pri železniškem transportu moramo poznati vse železniške predpise, podatke o vagonih, o progah, o svetlobnih profilih itd.



Sl. 8. Pogled na konstrukcijo za vzdolžni in prečni transport elementov

2.23 CESTNI TRANSPORT

Za cestni transport so na razpolago dve vrsti transportnih vozil:

1. normalna transportna vozila z dimenzijami, ki ustrezajo cestno prometnim predpisom,
2. težka ali posebna transportna vozila, za katera moramo imeti posebno dovoljenje.

Normalna transportna vozila so tovornjaki, vlačilci, prikoličarji. Koristna obtežba vozila znaša 12 do 14 Mp, za vlečno vozilo in približno 12 Mp za prikolice.

Maksimalna skupna dolžina vlečnega vozila in prikolice je 18,0 m. Koristna dolžina po 7,0 m na obeh vozilih.

Celotna širina vozila je 2,50 m, a višina tovora 4,00 m.

Težka in posebna transportna vozila potrebujejo zaradi svojih izmer in teže posebna dovoljenja. Ta vozila so predvidena za transport težjih in daljših elementov.

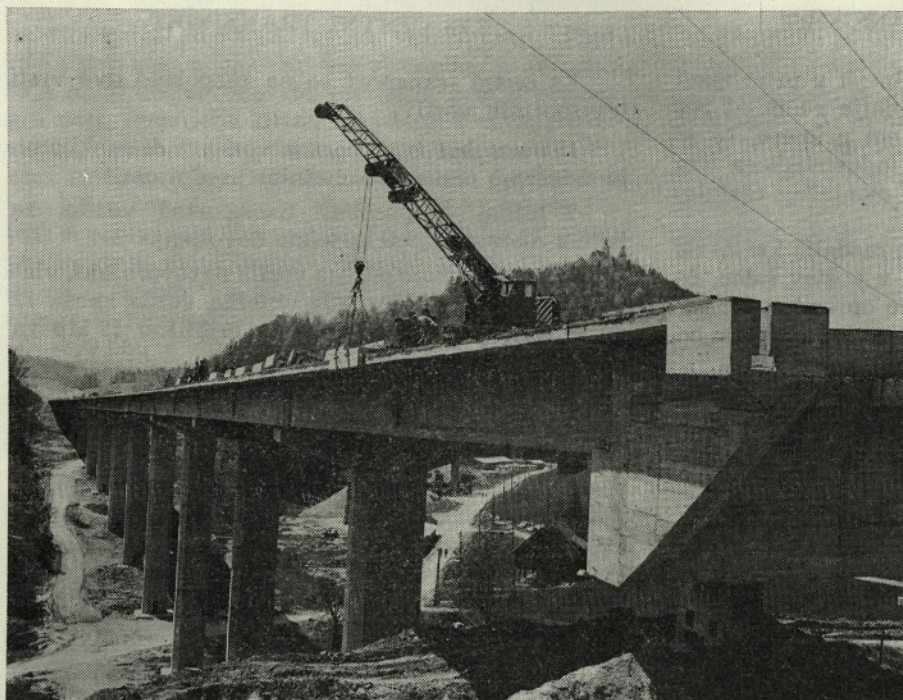
Cestna transportna sredstva se izkažejo predvsem zaradi svoje velike okretnosti. Njihova uporaba je možna na vsakem utrjenem terenu. Pripravljanje pomožnih prometnih poti je zelo enostavno in hitro.

Cestni promet mora ustrezati cestno prometnim predpisom. Zato morajo biti pri pripravljanju transporta rešena naslednja vprašanja:

- ali zadostuje predvideni čas za vožnjo tja in nazaj pod normalnimi prometnimi pogoji
- ali ustreza pripravljena prometna pot od ceste do mesta montaže vsem obtežbam vozila
- ali mora biti pripravljeno pomožno vozišče za transport po gradbišču
- ali je dovolj prostora za obračanje tovornjakov, vlačilcev oziroma prikoličarjev (radij obračanja 18 m dolgega prikoličarja znaša 24 m)
- ali je dovolj prostora za eventualno vmesno uskladiščenje montažnih elementov pred montažo. Nepredvidene prekinitev montaže vodijo k čakanju transportnih vozil in s tem ogrožajo plan transporta
- ali vodi transportna pot skozi več občin, republik
- ali je merodajnih več pristojnih organov za izdajo dovoljenj za posebne Transporte.

Površni dogovori na navedena vprašanja lahko privedejo končni rezultat celotnega projekta v izgubo. Pri planiranju cestnega transporta moramo poznati še naslednje:

- vse cestne podvoze s svetlo višino, manjšo od 4,5 m
- imeti moramo seznam nosilnosti mostov
- važna je informacija o zaporah in prevoznosti cest
- spisek bencinskih črpalk in možnih počivališč.



Sl. 9. Montaža robnih vencev z avto dvigalom

3.00 ZAKLJUČEK

Zahvaljujoč razvoju gradbene tehnologije, uvažanju novih, racionalnejših in tehnično sodobnejših procesov, uvažanju sodobne opreme, razvoju organizacije, se lahko naše gradbeništvo v bližnji bodočnosti organizira za industrijsko gradnjo. Osnovni cilj industrijske proizvodnje gradbene konstrukcije je znižanje proizvodnih stroškov, kar dosežemo z uvajanjem racionalizacije, in dosegamo višji in stalni nivo kvalitete produktov.

Ta cilj je možno doseči samo v tem primeru, da v čim večji meri prenesemo delovne procese z gradbišča v stalne obrate.

S prehodom proizvodnje gradbenega objekta v stalne obrate vemo, da je potrebno končni produkt-objekt razstaviti v elemente, ki bodo sposobni za transport in montažo.

To pomeni, da na ta način organizirana gradnja zahteva koncentracijo proizvodnega procesa, a s tem tudi koncentracijo večjih količin materiala tj. transport masovnih materialov v obrate, transport materiala v obratu med proizvodnjo in transport gotovih prefabrikatov na gradbišče.

V nadaljnjem razvoju industrializacije in transporta moramo pričakovati specialna vozila za prevoz gotovih betonskih elementov, ki bodo povzročila povečanje obremenitve na cestah.

Transport, ki se kot disciplina vključuje v celotno industrijsko gradnjo, je zelo važen faktor za uspešno uvažanje industrijske gradnje, zato je temeljito poznavanje problema transporta nujno potrebno, ko organiziramo gradnjo na industrijski način.

UDK 69.002.71

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1976 (25)

Št. 1, STR. 4-8

Vukašin Ačanski:

INDUSTRIJSKA GRADNJA IN TRANSPORT

Gradbeništvo v svetu in tudi pri nas prehaja na industrijsko gradnjo zaradi razvoja gradbene tehnologije, uvažanja novih tehničnih procesov, nove opreme in sodobnejše organizacije dela. To je v bistvu racionalizacija, ki naj zniža gradbene proizvodne stroške. Avtor podrobno obravnava obstoječe oblike transporta gradbenih elementov in gotovih izdelkov, po cesti, po železnici in kombinirano. Prikazuje sedanje stanje transportnih sredstev in strojev.

UDC 69.002.71

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1976 (25)

NR. 1, PP. 4-8

Vukašin Ačanski:

INDUSTRIAL BUILDING AND TRANSPORTATION

The building work in the world as well in our country proceeds to industrial building because of the development of building technology, introduction of new technical processes, new equipment and up to date working organization. In substance this development means a rationalization for building expences deminution. The author deals in detail the present manners for building units and products transportation, by means of roads, of railways, and mixed transportation. The paper gives also the present state of transport measures and machines.

Modernizacija čistilnih naprav in kanalskega omrežja

UDK 628.28:69.027 (Konec)

MAG. MITJA RISMAL, DIPL. INŽ. GR.
ZUM, BIRO ZA PROJEKTIRANJE
IN INŽENIRING, MARIBOR

3. OCENA FLEKSIBILNOSTI ČISTILNIH NAPRAV ZA PREVZEMANJE SUNKOV HIDRAVLICNE IN BIOKEMIČNE OBREMENITVE ČISTILNIH NAPRAV IN PRIMERNOST AVTOMATSKE REGULACIJE PROCESA AEROBNEGA ČIŠČENJA ODPLAK

Praktične izkušnje doma in v svetu kažejo, da velja fleksibilnosti čistilnih naprav, to je sposobnosti, da se prilagaja večjim ali manjšim spremembam v količini in kvaliteti odplak, posvetiti več pozornosti kot doslej. Posebej velja to za slovenske razmere, kjer imamo opravka z dvema značilnima pojavoma:

Prvič, se zaradi naglega razvoja urbaniziranih naselij pogosto naglo menjata tako količina, kot stopnja onesnaženosti odplak.

Drugič pa, v mnogih večjih in manjših urbaniziranih enotah prevladujejo industrijske odplake nad komunalnimi. Za takšne razmere je značilno večinoma močno sunkovito obremenjevanje čistilnih naprav (hidravlično in kakovostno) v teku dneva, kot v teku tedna. Tam, kjer je industrija sezonskega značaja, pa prihaja tudi do močnih sprememb obremenjevanja čistilnih naprav v teku leta.

Naraščajoča potreba, da se prečisti vedno večji del razredčenih padavinskih odplak pred njihovim izlivom v recipient, prav tako narekuje gradnjo fleksibilnejših čistilnih naprav, ki so sposobne brez občutnejšega poslabšanja efluenta prečistiti tudi večje količine razredčene odplake, kot je do sedaj običajno (1 + 1) gs.

O stopnji fleksibilnosti čistilnih naprav je v strokovni literaturi in publikacijah razmeroma malo povedanega.

Zato se v mnogih primerih čistilne naprave dimenzionirajo glede na povprečne dnevne ali celo tedenske obremenitve, premalo pa se upoštevajo ekstremne obremenitve.

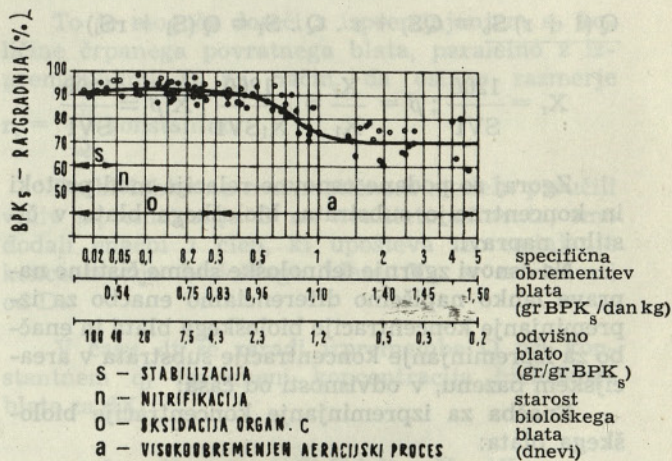
Podatki, ki so za dimenzioniranje čistilnih naprav na razpolago (kot npr. spodnja dva diagrama Imhoff 1972), ne kažejo na veliko odvisnost efekta čiščenja in kvalitete efluenta, od stopnje specifične obremenitve čistilnih naprav.

Iz zgornjih podatkov je videti, da je pričakovati skorajda enak efekt čiščenja odplak (če izvajamo stopnjo nitrifikacije) v razponu od 0,02 do 0,5 specifične obremenitve biološkega blata (kg BPK₅/kg B. B.).

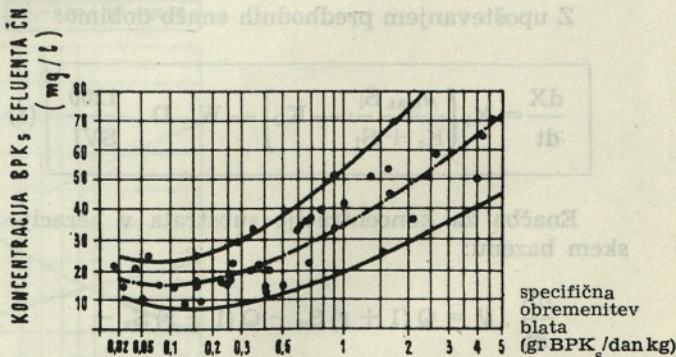
Skladno z naravo biokemičnih procesov čiščenja odpadine vode v aeracijskih bazenih so specifič-

no višje obremenjeni aeracijski bazeni čistilnih naprav, manj sposobni za prevzemanje ekstremnih obremenitev, ki nastopajo ob bolj ali manj močni fluktuaciji dotoka odpadne vode na čistilne naprave.

Z namenom, da bi dobili kompleksnejši pregled nad sposobnostjo čistilnih naprav za prevzemanje sunkovitih obremenitev, smo izdelali matematični model čistilne naprave in na njem preizkusili različno specifično obremenjene čistilne naprave, pri različnih stopnjah fluktuacije dotoka odpadnih voda. Preizkusili smo tudi občutljivost čistilnih naprav na dotok padavinskih voda na čistilno napravo.

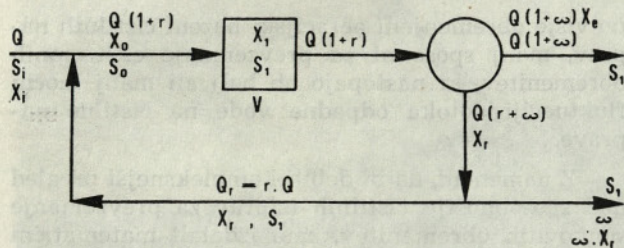


Sl. 1. Razgradnja BPK_5 v odvisnosti od specifične obremenitve blata. Pripadajoča proizvodnja odvišnega blata in pripadajoča starost biološkega blata



Sl. 2. Vpliv specifične obremenitve blata v aeracijskem bazenu na kvaliteto efluenta čistilne naprave

Matematični model čistilne naprave smo zasnovali na osnovi spodnje poznane sheme tehnološkega procesa čiščenja odpadnih voda in na osnovi poznane Monodove enačbe kinetike biokemičnih procesov.



$$Q(1+r)X_0 = QX_1 + Q_r \cdot X_r = QX_1 + rQX_r$$

$$X_1 = \phi \rightarrow Q(1+r)X_0 = Q_r \cdot X_r = r \cdot Q \cdot \frac{1200}{SVI}$$

$$Q(1+r)X_1 = Q(r+\omega)X_r + Q(1+\omega)X_0$$

$$X_0 = \phi \rightarrow Q(1+r)X_1 = Q(r+\omega)X_r = Q(r+\omega) \frac{1200}{SVI}$$

$$Q(1+r)S_0 = QS_1 + r \cdot Q \cdot S_1 = Q(S_1 + rS_1)$$

$$X_r = \frac{1200}{SVI}; \beta = \frac{X_r}{X_1} = \frac{1200}{X_1 SVI}; X_1 \beta = \frac{1200}{SVI}$$

Zgoraj so podane osnovne relacije med pretoki in koncentracijo substrata, biološkega blata v čistilni napravi.

Na osnovi zgornje tehnološke sheme čistilne naprave lahko napišemo diferencialno enačbo za izpreminjanje koncentracije biološkega blata in enačbo za izpreminjanje koncentracije substrata v aeracijskem bazenu, v odvisnosti od časa:

Enačba za izpreminjanje koncentracije biološkega blata:

$$\frac{dX}{dt} \cdot V = Q(1+r)X_0 - Q(1+r)X + \left(\frac{\mu_{\max} S_1 X_1}{K_s + S_1} - K_D X_1 \right) V$$

Z upoštevanjem predhodnih enačb dobimo:

$$\frac{dX}{dt} = X_1 \left(\frac{\mu_{\max} S_1}{K_s + S_1} - K_D \right) - W \cdot D \cdot \frac{1200}{SVI} \quad (1)$$

Enačba za koncentracijo substrata v aeracijskem bazenu:

$$\frac{dS}{dt} \cdot V = Q(1+r)S_0 - Q(1+r)S_x - \frac{\mu_{\max} S_1 X_1}{Y(K_s + S_1)} \cdot V$$

Z upoštevanjem zgornjih enačb in tehnološke sheme dobimo:

$$\frac{dS}{dt} = D(S_i + S_1) - \frac{\mu_{\max} S_1 X_1}{Y(K_s + S_1)} \quad (2)$$

V zgornjih enačbah imajo posamezni znaki naslednji pomen in dimenzije:

če upoštevamo $D = \frac{Q}{V}$

in efekt čistilne naprave: $\eta = \frac{S_i - S_1}{S_i}$

$[X_1]$ = kg poživiljenega biološkega blata /m³ aeracijskega bazena

$[S_1]$ = kg BPKs/m³ efluenta čistilne naprave

$[D]$ = h⁻¹ delution rate — stopnja razredčenja

$[r]$ = h ali dneh — retenzijski čas biološkega blata v aeracijskem bazenu

$[\omega]$ = odstotek od $Q \rightarrow \omega \cdot Q$ količina odvedega odvišnega biološkega blata

$[Q]$ = m³/h dotok odplake v čistilno napravo

$[K_s]$ = kg BPKs/m³

$[S_1]$ = kg BPKs/m³ odplake

$[\mu_{\max}]$ = h⁻¹

3.1 Stacionarni režim delovanja čistilne naprave

Za stacionarni režim delovanja čistilne naprave velja:

$$\frac{dX_1}{dt} = \phi \quad \text{in} \quad \frac{dS_1}{dt} = \phi$$

Iz diferencialnih enačb 1 in 2 dobimo v stacionarnem režimu naslednje enačbe za poznane pojme in dimenzioniranja čistilnih naprav:

Starost biološkega blata v aeracijskem bazenu:

$$\tau = \frac{1}{\frac{\mu_{\max} S_1}{K_s + S_1} - K_D} \quad [\text{h}]$$

Koncentracija biološkega blata v aeracijskem bazenu:

$$X_1 = \frac{FD \cdot Y(S_i - S_1)(K_s + S_1)}{\mu_{\max} S_1} \quad [\text{kg B.B./m}^3]$$

Količnik dnevne proizvodnje odvišnega biološkega blata:

$$\omega = \frac{X_1}{D \cdot \tau \cdot X_r} \cdot 24$$

Specifična prostorska obremenitev aeracijskega bazena:

$$L_v = \frac{24 \cdot Q \cdot S_i}{V} \text{ [kg BPK}_5\text{/m}^3 \text{ dan]}$$

Specifična obremenitev biološkega blata:

$$L_s = \frac{L_v}{X_1} = \frac{24 \cdot D \cdot S_i}{X_1} \text{ [kg BPK}_5\text{/kg B.B. dan]}$$

Stopnja razredčenja odplake v aeracijskem bazenu (delution rate):

$$D = \frac{Q}{V} \left[\frac{1}{h} \right]$$

Učinek čiščenja čistilne naprave:

$$\eta = \frac{S_i - S_1}{S_i}$$

Iz zgornjih enačb je razvidno, da je upošteva Monođovo enačbo teoretično kvaliteta efluenta S , neodvisna od koncentracije v čistilno napravo dotekajočega substrata. S_1 je odvisen pri konstantnih $\mu_{\max}$, K_s in K_D od starosti biološkega blata τ .

Potrebna koncentracija biološkega blata

X_1 v aeracijskem bazenu je torej funkcija D (pri konstantnih S_i , S_1 , K_s , $\mu_{\max}$ in Y)

D izberemo glede na kvaliteto biološkega blata, izraženo v SVI, oziroma z ozirom na to, kakšno koncentracijo biološkega blata lahko v aeracijskem bazenu zanesljivo dosežemo.

Medsebojno sovisnost značilnih tehnoloških karakteristik čistilne naprave v stacionarnem režimu (D , X_1 , S_1 , τ , ω , L_s , L_v) najbolje prikazuje spodnji diagram preračunanih medsebojnih relacij za navedene vrednosti za koncentracijo konstantno dotekajoče odplake $S_i = 0,4$ (kg BPK₅/m³).

3.2 Nestacionarni režim delovanja čistilne naprave

Nestacionarni režim delovanja čistilne naprave je definiran že v napisanih enačbah 1 in 2.

Iz enačbe 1 vidimo, da se pri nestacionarnem režimu dotoka odplake v aeracijski bazen čistilne naprave koncentracija biološkega blata v aeracijskem bazenu lahko močno izpremeni zaradi menjajoče se vrednosti D . Izpremembe koncentracije biološkega blata X_1 zaradi asimilacijskih procesov, ki jih izraža prvi člen enačbe, manj vplivajo na izpremembo koncentracije biološkega blata.

Pri povečanem dotoku odplake v čistilno napravo se zveča D . Zaradi tega se zmanjša koncentracija X_1 biološkega blata v aeracijskem bazenu. Poveča pa se količina blata v naknadnem usedalniku. Z na ta način povečano specifično obremenitvijo biološkega blata se zviša tudi koncentracija S_1 substrata v aeracijskem bazenu.

Opisane nevšečnosti je mogoče odpraviti, če zagotovimo konstantno koncentracijo biološkega blata v aeracijskem bazenu, neodvisno od izpreminjajočega se D .

To je mogoče doseči z izpreminjanjem q_r količine črpanega povratnega blata, paralelno z izpremembami D na način, da ostane razmerje

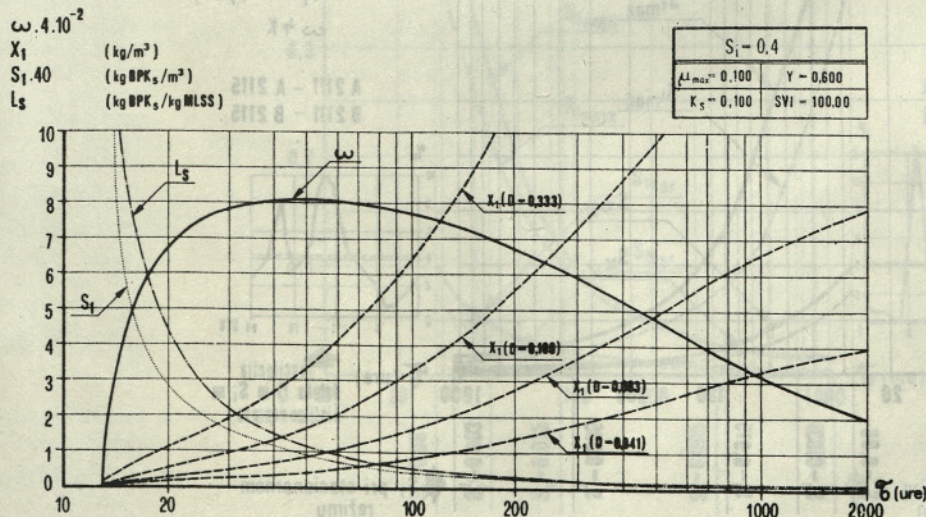
$$r_t = \frac{q_r}{Q} \text{ konstantno.}$$

Da bi lahko na matematičnem modelu proučili vpliv izpreminjanja D na kvaliteto efluenta, smo dodali enačbi 1 člen, ki upošteva izpreminjanje koncentracije biološkega blata X_1 , v odvisnosti od D :

V času Δt se zaradi izpremembe Q pri konstantnem q_r izpremeni koncentracija biološkega blata za dX_1 :

$$[q_r \cdot X_r - (q_r + Q) X_1] dt = V \cdot dX_1$$

STACIONARNI REŽIM DELOVANJA ČISTILNE NAPRAVE



Če zgornji izraz integriramo za časovni interval Δt , dobimo izpremembo koncentracije biološkega blata v aeracijskem bazenu:

$$\Delta X = (e^{-AD \Delta t} - 1) \left(X_{ti} - \frac{B}{A} \right); \quad B = r_t \cdot X_r, \quad A = 1 + r_t$$

$$r_t = \frac{q_{r sr}}{D_t \cdot V} = \frac{r_{sr \text{ konst}} \cdot Q_{sr}}{D_t \cdot V}$$

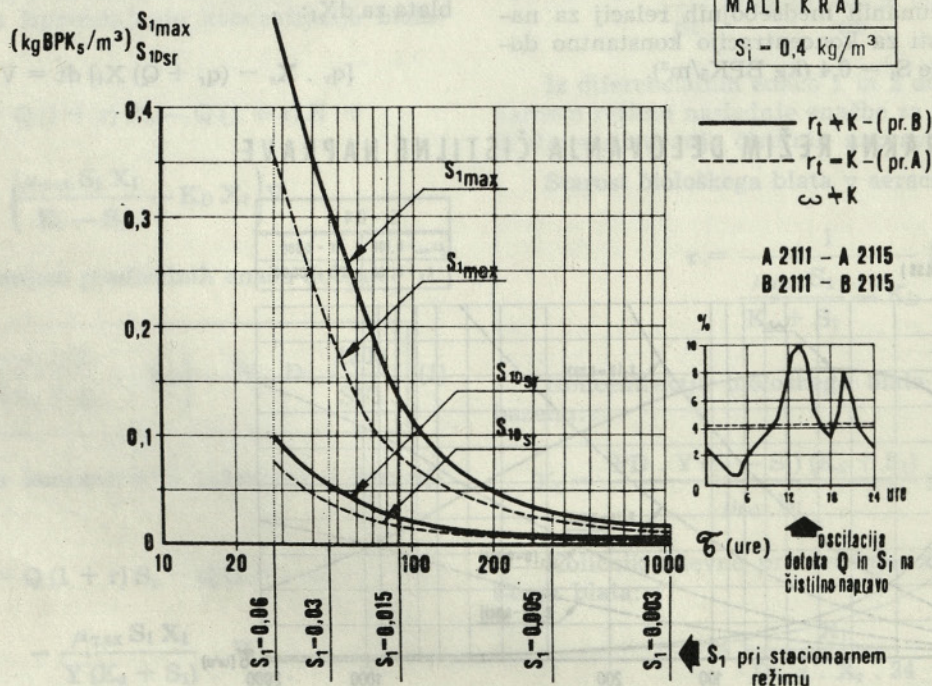
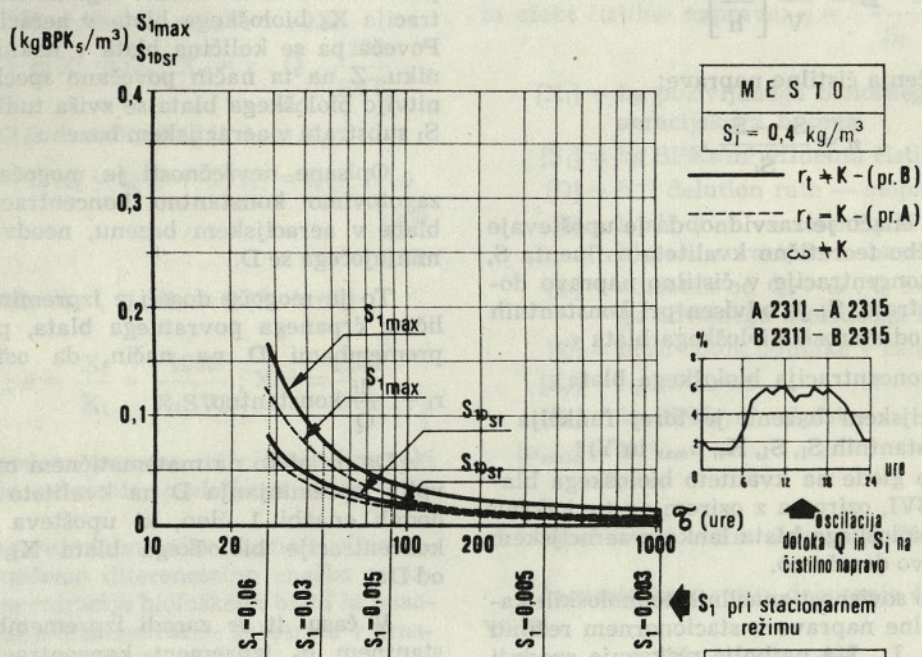
Tako dobimo diferencialni enačbi matematičnega modela, kjer je upoštevan tudi vpliv fluktuacije D na kvaliteto efluenta čistilne naprave:

Enačba 1 se dopolni:

$$dX_{1,2} = \left[X_{1,2} \left(\frac{\mu_{\max} S_{1,2}}{K_s + S_{1,2}} - K_D \right) - \omega_{sr 1,2} \cdot D_{sr 1,2} \cdot X_r \right] dt + \left[e^{-AD \Delta t} - 1 \right] \cdot \left[X_{ti} - \frac{B}{A} \right]$$

Enačba 2 ostane neizpremenjena:

$$dS_{1,2} = \left[D_{sr 1,2} (S'_{1,2} - S_{1,2}) - \frac{\mu_{\max} S_{1,2} X_{1,2}}{Y (K_s + S_{1,2})} \right] dt$$



Na osnovi opisanega modela smo preizkusili lastnosti čistilnih naprav različnih specifičnih obremenitev (L_s), za naslednje primere:

- močne oscilacije dotoka in koncentracije odplak (mali kraji)
- srednje oscilacije dotoka in koncentracije odplak (srednje veliki kraji)
- manjše oscilacije dotoka in koncentracije odplak (večji kraji)
- obremenitev čistilnih naprav s padavanskimi vodami ($1 + 1$) g_s do $(1 + 4)g_s$ za trajanje nalirov 6, 12 in 24 ur.

Za vse navedene primere smo izračunali kvaliteto efluenta čistilne naprave v treh parametrih:

maksimalna koncentracija $S_{1\max}$

srednja dnevna koncentracija S_{1sr}

minimalna dnevna koncentracija $S_{1\min}$

in za primere:

$r_t = \text{konst}$ (avtomatska regulacija povratnega blata)

$r_t \neq \text{konst}$ (brez regulacije povratnega blata)

$w = \text{konst}$ (odvišno blato se odvaja premo sorazmerno z dotokom Q_i)

$w \neq \text{konst}$ (odvišno blato se odvaja v teku dneva v konstantni količini).

Rezultati opravljenih izračunov so grafično podani v grafikonih in pregledni tabeli:

Iz zgornjih diagramov in tabele je mogoče zaključiti naslednje:

÷ Nizko obremenjene čistilne naprave mnogo bolje prevzemajo sunke obremenitev.

÷ Z avtomatsko regulacijo povratnega blata, v odvisnosti od dotoka odplak na čistilno napravo ($r = \text{konst}$), je mogoče pomembno izboljšati kvaliteto efluenta čistilne naprave v ekstremnih vrednostih, kot v povprečni vrednosti koncentracije efluenta.

÷ Avtomatska regulacija odvajanja odvišnega blata v teku dneva, v odvisnosti od Q in S_i , ne daje pomembnejših rezultatov.

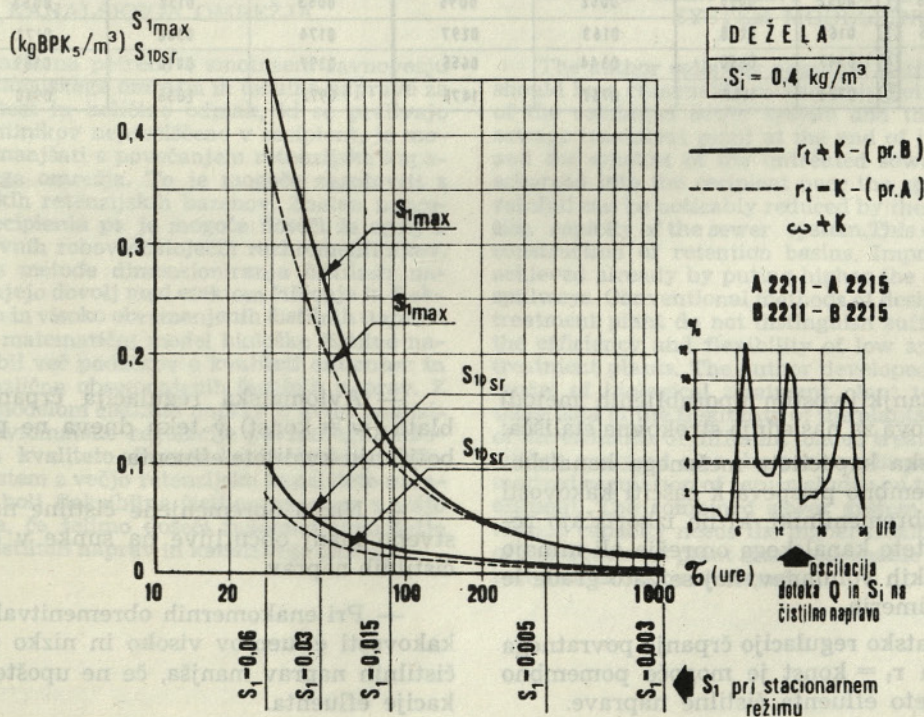
Pomembno razliko med občutljivostjo visoko in nizko obremenjene čistilne naprave, pri enaki fluktuaciji količine in koncentracije dotoka, dajeta spodnja dva diagrama, ki kažeta potek oscilacij količin X_1 , S_1 in porabe O_2 , kot posledico izprememb dotoka S_i . Videti je tudi ugoden vpliv avtomatske regulacije g_s povratnega blata ($r_t = \text{konst}$).

4. ZAKLJUČKI

Na osnovi izvedenih analiz smo skušali podrobneje argumentirati in ponazoriti nekatere, sicer že znane principe kanalizacijske tehnike in tehnike čiščenja odpadnih voda.

Obravnavana problematika zasluži še nadaljnjo podrobnejšo obravnavo, vendar menim, da so podani argumenti (kljub poznanim teoretičnim in

NESTACIONARNI REŽIM DELOVANJA ČISTILNE NAPRAVE



1
28A

POVPREČNA DNEVNA (S_{1ps}) IN MAKSIMALNA (S_{1max}) KONCENTRACIJA EFLUENTA V $kg\ BPK_5/m^3$
ZA RAZNE STOPNJE AVTOMATSKE REGULACIJE ČISTILNE NAPRAVE

	Si	τ (dni)	S_1	$r_t = \text{konst.}$				$r_t \neq \text{konst.}$			
				$\omega = \text{konst.}$		$\omega \neq \text{konst.}$		$\omega = \text{konst.}$		$\omega \neq \text{konst.}$	
				A 1		A 2		B 1		B 2	
				$S_1 \text{ ps}$	$S_1 \text{ max}$	$S_1 \text{ ps}$	$S_1 \text{ max}$	$S_1 \text{ ps}$	$S_1 \text{ max}$	$S_1 \text{ ps}$	$S_1 \text{ max}$
MALO MESTO ①	04	①	45,70 '003	① 003	0163	0030	0163	0031	0158	0031	0158
			15,00 '005	② 0052	0291	0052	0291	0056	0291	0056	0291
			3,77 '015	③ 0177	1065	0175	1059	0228	1164	0225	1156
			1,98 '03	④ 0390	2237	0384	2214	0574	2816	0560	2763
			1,17 '06	⑤ 0735	3874	0723	3829	1012	4736	0992	4683
	10	②	45,70 '003	① 003	0165	003	0166	0031	0163	0031	0163
			15,00 '005	② 0052	0298	0052	0298	0054	0294	0054	0294
			3,77 '015	③ 0189	1156	0187	1155	0211	1123	0208	1121
			1,98 '03	④ 0475	2662	0465	2623	0597	2828	0576	2776
			1,17 '06	⑤ 1101	5467	1066	5372	1499	6179	1437	5999
PODEŽELSKI KRAJ ②	04	①	45,70 '003	① 0031	0136	0031	0135	0032	0200	0032	0199
			15,00 '005	② 0053	0230	0053	0230	0058	0273	0057	0271
			3,77 '015	③ 0178	0858	0177	0841	0249	1372	0244	1339
			1,98 '03	④ 0397	2043	0391	1994	0592	3256	0577	3174
			1,17 '06	⑤ 0768	3675	0757	3610	1010	4923	0992	4836
	10	②	45,70 '003	① 0031	0136	0031	0136	0031	0169	0031	0167
			15,00 '005	② 0054	0235	0054	0235	0053	0234	0053	0234
			3,77 '015	③ 0188	0958	0187	0946	0212	1105	0209	1091
			1,98 '03	④ 0476	2716	0464	2634	0660	3740	0629	3580
			1,17 '06	⑤ 1135	6127	1093	5880	1638	8395	1551	8031
VEČJE MESTO ③	04	①	45,70 '003	① 0032	0085	0031	0083	0033	0113	0033	0113
			15,00 '005	② 0052	0097	0052	0096	0056	0179	0056	0179
			3,77 '015	③ 0162	0292	0161	0290	0186	0358	0184	0354
			1,98 '03	④ 0337	0619	0335	0612	0406	0812	0401	0798
			1,17 '06	⑤ 0698	1307	0692	1289	0852	1703	0840	1675
	10	②	45,70 '003	① 0031	0072	0031	0071	0032	0103	0032	0103
			15,00 '005	② 0052	0095	0052	0095	0053	0132	0053	0126
			3,77 '015	③ 0163	0298	0163	0297	0174	0340	0172	0332
			1,98 '03	④ 0347	0650	0344	0655	0397	0810	0389	0780
			1,17 '06	⑤ 0774	1527	0757	1475	0977	2038	0940	1951

74 0003

praktičnim pomanjkljivostim uporabljenih metod) dovolj trdna osnova za naslednja strokovna stališča:

— Retenzijska kapaciteta mešanega kanalskega omrežja pomembno prispeva k zaščiti kakovosti recipientov. Razbremenilniki, ki ne izkoriščajo retenzijske kapacitete kanalskega omrežja ali nimajo lastnih retenzijskih volumnov, naj se zato grade le še v izjemnih primerih.

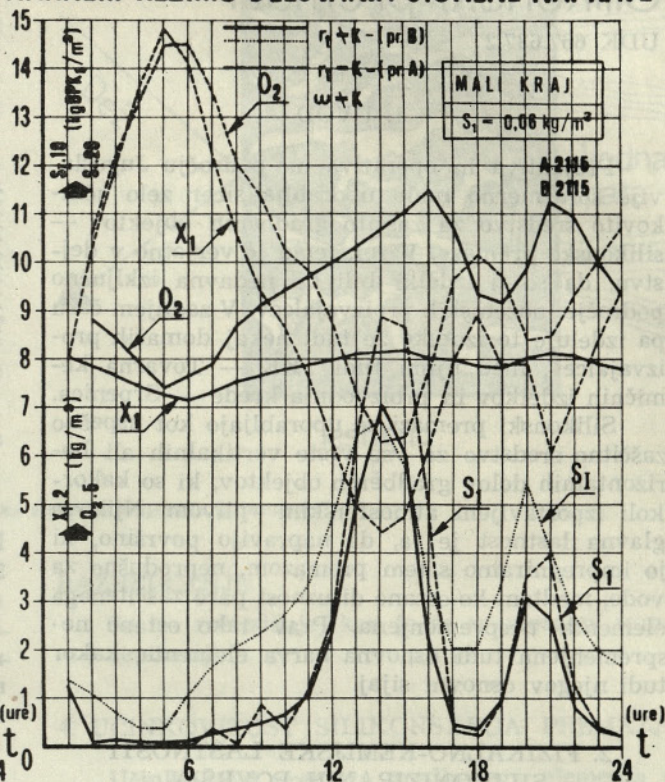
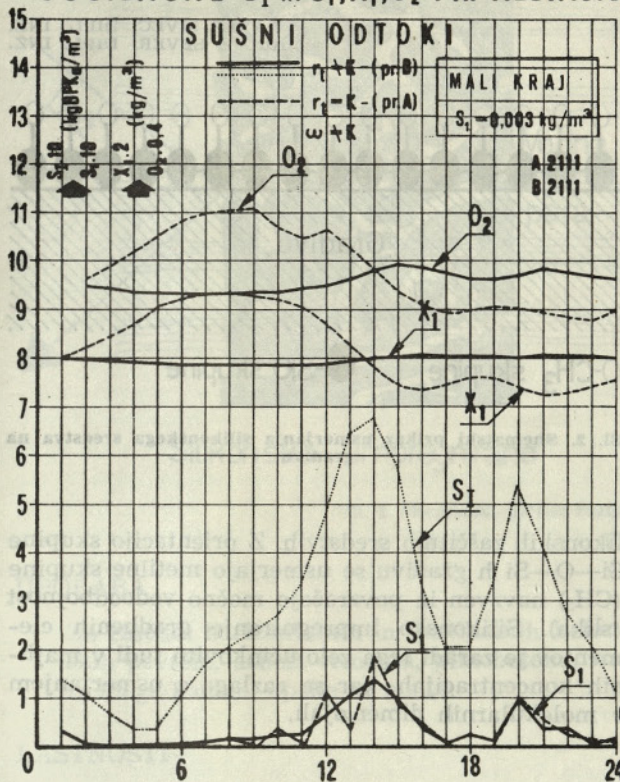
— Z avtomatsko regulacijo črpanja povratnega biološkega blata $r_t = konst$ je mogoče pomembno izboljšati kvaliteto efluenta čistilne naprave.

— Avtomatska regulacija črpanja odvišnega blata ($w = konst$) v teku dneva ne prispeva k izboljšanju kvalitete efluenta.

— Nizko obremenjene čistilne naprave so bistveno manj občutljive na sunke v obremenitvah čistilnih naprav.

— Pri enakomernih obremenitvah je razlika v kakovosti efluentov visoko in nizko obremenjenih čistilnih naprav manjša, če ne upoštevamo nitrifikacije efluenta.

OSCILACIJE S_I IN S_1, X_1, O_2 PRI NESTACIONARNEM REŽIMU DELOVANJA ČISTILNE NAPRAVE



UDK 628.28:69.027

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1976 (25)

ST. 1 STR. 9-15

Mitja Rismal:

MODELIRANJE ČISTILNIH NAPRAV IN KANALSKEGA OMREŽJA

Avtor opozarja na potrebo o smotrnem ravnovesju med kvaliteto kanalskega omrežja in čistilne naprave za odplake. Pogostost in količino odplak, ki se prelivajo prek razbremenilnikov neprečiščene v recipient, je mogoče občutno zmanjšati s povečanjem retenzijske kapacitete kanalskega omrežja. To je mogoče zagotoviti z gradnjo kanalskih retenzijskih bazenov. Znatno napredek v zaščiti recipienta pa je mogoče doseči že zgolj z zvišanjem prelivnih robov obstoječih razbremenilnikov. Konvencionalne metode dimenzioniranja čistilnih naprav ne razlikujejo dovolj med učinkom čiščenja in fleksibilnostjo nizko in visoko obremenjenih čistilnih naprav. Avtor je razvil matematični model biološke čistilne naprave, da bi dobil več podatkov o kvaliteti efluentov in fleksibilnosti različno obremenjenih čistilnih naprav. Z matematičnim modelom čistilnih naprav je avtor analiziral tudi vpliv avtomatske regulacije povratnega biološkega blata na kvaliteto efluenta čistilne naprave. Mešani kanalski sistem z večjo retenzijsko kapaciteto narekuje izgradnjo bolj fleksibilne čistilne naprave z višjo stopnjo čiščenja, če želimo doseči razumno ravnotežje med kvaliteto čistilnih naprav in kanalskega omrežja.

UDK 628.28:69.027

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1976 (25)

NR. 1, PP. 9-15

Mitja Rismal:

SEWAGE TREATMENT PLANTS AND SEWER SYSTEM MODELLING

The author calls our attention to the fact that there should be a reasonable relationship between the quality of the combined sewer system and the quality of the sewage treatment plant at the end of it. The frequency and the amount of the untreated sewage which is discharged into the recipient over the spillways during a rainfall can be noticeably reduced by the increased retention capacity of the sewer system. This can be done by construction of retention basins. Improvement can be achieved already by putting higher the overflow weir of spillways. Conventional methods of designing the sewage treatment plant do not distinguish sufficiently between the efficiency and flexibility of low and higher loaded treatment plants. The author developed a mathematical model of biological treatment plant to be able to get more data of the flexibility of the plants and the quality of the effluents of different loaded treatment plants. The author analysed also the positive impact of the automated regulation of return sludge on the quality of the effluent. The combined sewer system with higher retention capacity needs the higher flexibility and quality of the treatment plant if the reasonable protection of the recipient is to be achieved.

Silikonski premazi

UDK 667.637.2

PAVLE SIVEC, DIPL. INŽ.
ALOJZ SEVER, DIPL. INŽ.

1. UVOD

Projektiva in operativa na področju Jugoslavije sorazmerno malo uporablja sicer zelo učinkovito sredstvo za zaščito gradbenih objektov — silikonske premaze. Vzrok temu je verjetno v dejstvu, da so ti izdelki bili do nedavna izključno področje inozemskih proizvajalcev. V zadnjem času pa izdeluje te izdelke že tudi nekaj domačih proizvajalcev, med njimi tudi TTK — Tovarna kemičnih izdelkov in proizvodnja krede — Srpénica.

Silikonski premazi se uporabljajo kot uspešno zaščitno sredstvo za vse vrste vertikalnih ali horizontalnih delov gradbenih objektov, ki so kakorkoli izpostavljeni atmosferskim vplivom. Njihova glavna lastnost je ta, da napravijo površino, ki jo impregniramo s tem premazom, neprodušno za vodo, medtem ko ostane difuznost pare zaščitenelega elementa nespremenjena. Prav tako ostane nespremenjena tudi osnovna barva elementa, kakor tudi njegov osnovni sijaj.

2. FIZIKALNO-KEMIJSKE LASTNOSTI SILIKONIZIRANIH POVRŠIN

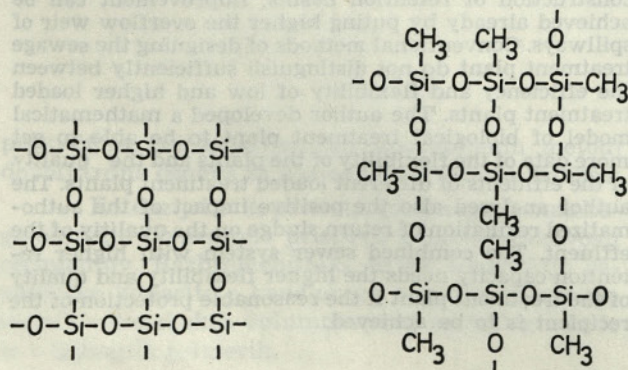
Kemijska struktura silikonov (glej shemo) je podobna strukturi kremena ali stekla (slika).

Silikoni so odporni proti atmosferilijam in jih mikroorganizmi ne razgrajujejo. Tudi v majhni koncentraciji ščitijo gradbene elemente pred vodo, pri čemer pa ne zmanjšujejo njihove sposobnosti dihanja.

Sorodnost kremenu omogoča silikonskim produktom visoko znosnost z mineralnimi podlagami vseh vrst ter je poleg tega odločilna za ekstremno obstojnost silikonov napram VV - žarkom.

Efekt hidrofohiranja

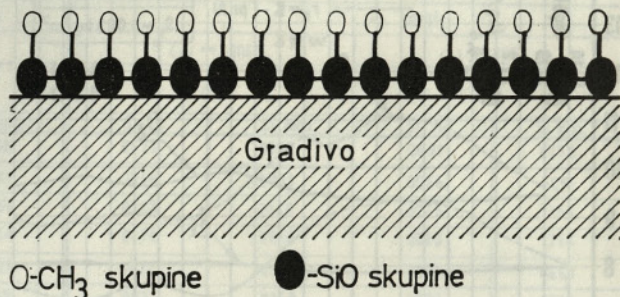
Organski radikali (CH_3 skupine) v silikonu kažejo izrazito močan hidrofohen efekt v vseh si-



Kremen

Silikon

Sl. 1. Prikaz strukture



Sl. 2. Shematski prikaz usmerjanja silikonskega sredstva na gradivu

likonskih zaščitnih sredstvih. Z orientacijo skupine $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ h gradivu se usmerjajo metilne skupine (CH_3) navzven in povzročajo močno vodoodbojnost (slika). Silikonsko impregniranje gradbenih elementov je zaradi tega zelo učinkovito tudi v majhnih koncentracijah, kar se razlaga z usmerjanjem v molekularnih dimenzijah.

Razlika med tesnjenjem in hidrofohiranjem

Silikonska zaščita gradbenega elementa ni osnova na zapiranju por, ampak na oblaganju sten kapilar ter por s silikonskim sredstvom, ki odbija vodo. V tem je razlika med zaščito s tesnjenjem in hidrofohiranjem (slika). Memtem ko tesnjenje prepreči vhod in izhod vodne pare, zraka ter CO_2 v gradbeni element, impregnacija s silikonom preprečuje vhod vodi, medtem ko je izhod pare, zraka in CO_2 nemoten (slika).

Taka zaščita deluje predvsem takrat, ko je gradbeni element nagnjen ali poševen.

Kot je razvidno iz nadaljevanja tega članka, lahko izkoristimo lastnosti silikonskega impregnatskega sredstva s pridom tudi v gradbeništvu, predvsem za zaščito gradbenih elementov, ki so izpostavljeni mrazu ter agresivnim medijem.

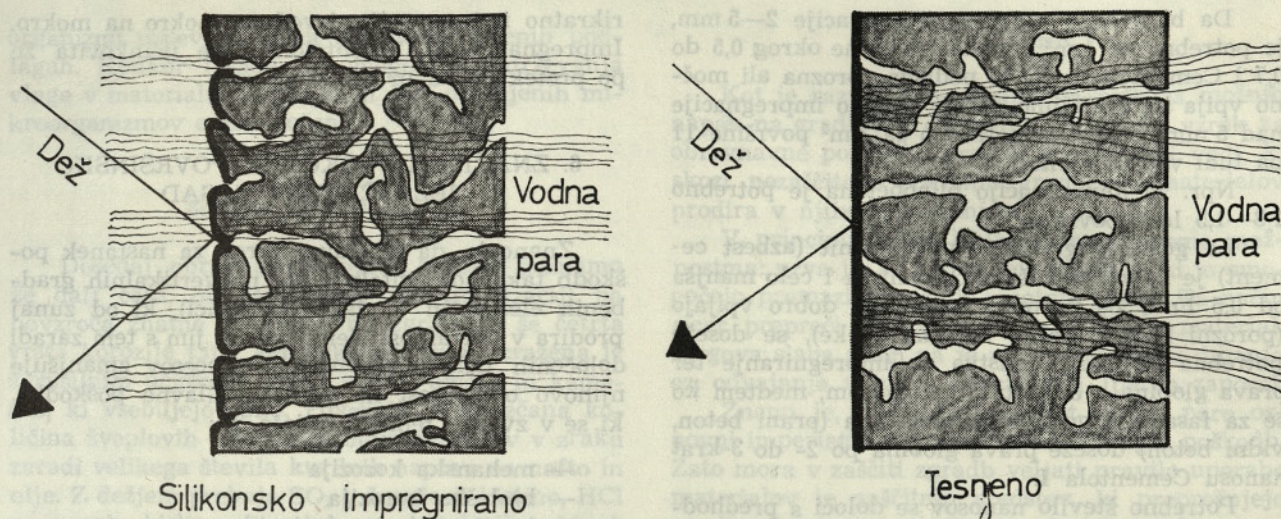
3. SILIKONSKI PREMAZ-CEMENTOL I

Na domačem trgu je od silikonskih premazov poznan izdelek Cementol I — TOVARNE KEMIČNIH IZDELKOV IN PROIZVODNJA KREDE TTK — Srpénica.

Glavne značilnosti Cementola I so razvidne iz naslednjih podatkov:

VRSTA IZDELKA:

Silikonska vodoodbojna impregnacija.



Sl. 3. Shematski prikaz razlike med tesnjenjem in impregnacijo

UPORABA

Za zaščito: horizontalnih in vertikalnih betonskih površin, azbest cementa, plinobetona, naravnega kaman, opeke in malte.

LASTNOSTI

Preprečuje:

- ovlaženje zidov
- poškodbe zaradi mraza in soli
- izcvetenje soli
- izpiranje apna
- rast mikroorganizmov ter plesni
- zamazanje fasade

Prepušča difuzno vlago

BARVA

Impregnacija je brezbarvna ter se z njeno upoabo bava in sijaj podlage ne menjata. Silikonska smola, raztopljena v zmesi specialnih organskih topil.

SPECIFIČNA TEŽA

0,892 g/ml

NAJNIŽJA TEMPERATURA UPORABE

Brez omejitve, če je podlaga površinsko suha.

SPLOŠNE ZAHTEVE ZA PODLAGO

Podlaga mora biti čista in površinsko suha. Majhne razpoke lahko zanemarimo. Večje razpoke (prek 0,3 mm širine) morajo biti predhodno zatesnjene, sicer impregnacija ni uspešna.

PORABA

0,5—0,7 l/m² v odvisnosti od vpojnosti podlage.

RAZREDČENJE

Se ne razredčuje, ker je že v uporabni koncentraciji.

4. UČINKOVITOST SILIKONSKEGA PREMAZA

Učinkovitost premaza gradbenega elementa s Cementolom I je predvsem odvisna od prodiranja (globine) tega premaza v podlago. Po izkušnjah mora sredstvo prodreti najmanj 2 mm v podlago. Če je globina manjša, potem zaščita ni zadostna in pri močnejšem deževju voda kapilarno vdre v notranjost. Globina impregnacije več kot 2 mm predstavlja boljšo zaščito proti vodi. Za zelo porozne materiale, kot so npr. siporex in nekatere vrste ometov, se zahteva globina impregnacije več kot 5 mm.

Pri vertikalnih površinah — fasadah se obravnava impregnacija s Cementolom I kot trajna zaščita, medtem ko se impregnacija horizontalnih — pohodnih površin (letališčne steze, robni pasovi avtocest, kanalete za odvodnjavanje) obravnava kot začasna zaščita. V primeru začasne zaščite je trajnost zaščitnega premaza s Cementolom I predvsem odvisna od intenzivnosti prometa preko zaščitene površine. Učinkovitost impregnacije na horizontalnih površinah ugotavljamo v odvisnosti od intenzivnosti prometa 1-krat letno po postopkih, ki so podani v nadaljevanju tega članka.

Kot je iz podatkov razvidno, je potrebno Cementol I nanašati izključno na suho podlago. Ker pa je zaščita horizontalnih površin pogosto močno odvisna od atmosferskih vplivov (dežja), obstaja za te slučaje podoben silikonski izdelek kot Cementol I, le da ga je možno nanašati na vlažno površino.

Globina impregnacije je odvisna od:

- sposobnosti vpijanja podlage
- izsušenosti podlage (suha podlaga vpija več)

Da bi dosegli globino impregnacije 2–5 mm, je potrebno za 1 m² fasadne površine okrog 0,5 do 0,7 l Cementola I. Če je podlaga porozna ali močno vpija ali če želimo doseči globino impregnacije nad 5 mm, potem je potrebno za 1 m² površine 1 l pa tudi več Cementola I.

Npr. za impregnacijo plinobetona je potrebno 1,3–1,5 l/m² površine.

Za gostejša gradiva npr.: salonit (azbest cement) je lahko potrošnja Cementola I celo manjša od 0,5 l/m². Za porozne fasade, ki dobro vpijajo (porozni beton, malte, fasadne opeke), se doseže potrebna količina sredstva za impregniranje ter prava globina z enkratnim premazom, medtem ko se za fasado iz gostejšega materiala (prani beton, vidni beton) doseže prava globina po 2- do 3-krat nanosu Cementola I.

Potrebno število nanosov se določi s predhodnim poskusom na preizkusni površini.

Določanje globine impregnacije se vrši na naslednji način:

s sveže impregnirane površine (30 min po impregnaciji) odstranimo 1–2 cm² površine 1 cm globoko. Debelina impregniranja se določi z nasičenjem tega sloja z topilom, pri čemer impregnirani sloj potemni, medtem ko neimpregnirani ostane svetel. Preizkus je potrebno napraviti neposredno po impregnaciji, ko topilo izhlapi, ni več vidna razlika v barvi.

Drugi način ugotavljanja globine impregnacije se nanaša na sloje, ki so impregnirani več kot 24 ur. Tudi v tem primeru se odstrani 1 cm² do globine 1 cm in se dobljeni košček poškropi z vodo.

Impregnirani sloj ne vpija vode in ostane zato svetel, medtem ko neimpregnirani sloj postane črn.

5. POSTOPEK IMPREGNIRANJA

Impregnacija gradbenih elementov se lahko izvrši na dva načina:

— impregniranje s čopičem ali gobo
SESTAVA

— impregniranje z brizgalno pištolo.

Za učinkovitost impregniranja je potrebna enakomernost nanosa. V primeru, da impregnacija ni bila enakomerno izvršena, se ob ovlaženju površine pojavijo madeži in dokazujejo nestrokovno opravljeno delo. Poleg tega pa se slabo impregnirana mesta hitreje zamažejo s prahom, sajami itd., kar prav tako slabo vpliva na estetski videz fasade. Pri nanašanju z brizganjem je potrebno uporabiti nizek delovni pritisk, šoba za razprševanje pa mora biti oddaljena od podlage ca. 10 cm. Brizganje mora biti izvajano toliko časa, dokler s Cementolom I površina ne postane popolnoma zasičena (Cementol I mora po površini odtekat od mesta nanašanja navzdol najmanj 10 do 20 cm).

Pri močno vpijajočih površinah (siporex, omet) je zadosten že enkratni premaz, medtem ko zahtevajo slabovpijajoče podlage najmanj dva do štiri-

kratno impregnacijo, izvedeno mokro na mokro. Impregnacija s Cementolom I je učinkovita že po preteku 6–8 ur po nanašanju.

6. ZNAČILNE POŠKODBE POVRŠINSKO NEZAŠČITENIH FASAD

Znano je, da je glavni vzrok za nastanek poškodb tako horizontalnih kot na vertikalnih gradbenih elementih v vlagi (deževnici), ki od zunaj prodira v notranjost elementov in jim s tem zaradi določenih fizikalno-kemijskih procesov zmanjšuje njihovo obstojnost in trajnost. Glavne poškodbe, ki se v zvezi s tem pojavljajo, so:

- mehanska korozija
- biološka korozija
- izsoljevanje ter izpiranje apna
- kemijska korozija.

6a. Mehanska korozija

(navlažitev stene ter posledice)

Te poškodbe ne nastopijo samo zaradi kapilarnih sposobnosti vpijanja gradbenega materiala, ampak tudi zaradi poškodovanih stikov ali razpok v zidu. Posledice takih navlažitev se navadno pokažejo v poškodbah notranjih premazov ali celo v razpokah notranjih sten ali ometov.

6b. Izsoljevanje (cvetenje ter izpiranje apna)

Izsoljevanje ter izpiranje apna sta nadaljnji posledice ovlažitve sten. Vodotopne soli ter še nekarbonatizirano apno se topijo v vodi, ki je prodrla v gradbeni material ter ob sušenju potujejo na površino. Po odhlaptitvi vode ostanejo soli ter apno na površini kot bela, včasih tudi barvasta obloga. Ob ponovnem dežju se te soli spet topijo, se transportirajo v notranjost gradbene snovi ter potujejo ob ponovnem sušenju na površino. Koncentracija soli se nekaj časa veča. Apno povzroča stalno oblogo, ker z zračnim CO₂ karbonatizira v slabo topni CaCO₃ po znani reakciji. Izcvetene soli ne povzročajo samo nelepih oblog, ampak, kar je najvažnejše, povečajo ob kristalizaciji svoj volumen in s tem rušijo gradbeni material. Take poškodbe so često zelo podobne poškodbam, ki nastanejo zaradi mraza. Poškodbe zaradi mraza nastanejo kot posledica približno 10 % povečanja volumna vode, ki zmrzne v porah in kapilarah gradbenega materiala. Posledica tega povečanja volumna je močan pritisk na stene por, poruši se struktura in lahko pride do luščenja materiala.

6c. Biološka korozija (obraščanje fasade s plesnimi glivicami ali mahom)

To korozijo povzročajo zgoraj navedeni mikroorganizmi. Znano je, da lahko tovrstni mikro-

organizmi uspevajo le na močno navlaženih podlagah. Kolikor fasade ne omogočajo zadrževanja vlage v materialu, je obstoj in rast omenjenih mikroorganizmov onemogočena.

6d. Kemijska korozija

Dosedaj obravnavane vrste korozij poznamo že dalj časa, ob naraščajoči industrializaciji pa povzroča znatne poškodbe na zgradbah še četrta vrsta korozije t.im. kemijska korozija. Izražena je z rušilnim učinkom zidnih stikov, ometa in kameenin, ki vsebujejo apno. Povzroča jo povečana količina žveplovih oksidov in ogljikovodikov v zraku zaradi velikega števila kurilnih naprav na nafto in olje. Z dežjem prehaja SO_2 v žveplovno kislino, HCl pa v solnokislino. Obe tako nastali kislini, ki ob deževju prideta v kontakt s fasadami ali drugim gradbenimi elementi, destrukтивно delujeta na gradbene materiale.

UDK 667.637.2

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1976 (25)

ST. 1, STR. 16-19

Pavle Sivec—Alojz Sever:

SILIKONSKI PREMAZI

Avtorja obravnavata silikonske premaze kot uspešno zaščitno sredstvo za vse vrste vertikalnih ali horizontalnih delov gradbenih objektov, ki so izpostavljeni škodljivim atmosferskim vplivom. Silikonski premazi napravijo površino neprodušno za vodo, ker preprečujejo prodiranje vlage v gradbeni material.

POPRAVEK

V članku Določanje kubatur zemeljskih mas popravlja avtor razpredelnico na str. 295 GV 1975 kot sledi:

Točka	Višina terena	Višina nove ploskve	Razlika Δh	Koeficient k	$\Delta h \cdot k$
1	5,55	3,80	1,75	0,25	0,43
2	5,42	3,70	1,72	0,80	1,38
3	5,25	3,60	1,65	1,50	2,47
4	5,10	3,70	1,40	1,20	1,68
5	4,85	3,80	1,05	0,50	0,52
6	5,45	2,80	2,65	1,00	2,65
7	5,20	2,70	2,50	2,50	6,25
8	5,02	2,50	2,52	3,30	8,25
$\Sigma 11,05$				$\Sigma 23,63$	

$$\text{povpr. } h = \frac{\Sigma \Delta h \cdot k}{\Sigma k} = \frac{23,63}{11,05} = 2,14 \text{ m}$$

7. ZAKLJUČEK

Kot je razvidno iz detajlnega prikaza možnih napak na gradbenih elementih, je glavni vzrok za obravnavne poškodbe prav v atmosferski vodi, ki skozi nezaščiten površino gradbenih materialov prodira v njihovo notranjost.

V principu lahko izbiramo med dvema možnostma: prva je: — zatesnitev površine, ki jo omogočajo premazi iz raznih umetnih snovi. Ta način sicer prepreči dostop vode v gradbeni material, njegova slaba stran pa je v onemogočanju dihanja oz. odvajanja vlage v plinski fazi, (parna zavora).

Znano je, da je propustnost vodne pare osnovni imperativ za preprečevanje drugih poškodb. Zato mora v zaščiti zgradb veljati pravilo uporabe materialov in zaščitnih sredstev, ki preprečujejo prodiranje vlage v gradbeni material, vendar njene površine ne zatesnijo.

Te zahteve izpolnjuje obravnavani zaščitni premaz — Cementol I — izdelek TOVARNE KEMIČNIH IZDELKOV IN PROIZVODNJA KREDE TKK Srpenica.

UDK 667.637.2

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1976 (25)

NR. 1, PP. 16-19

Pavle Sivec—Alojz Sever:

SILICON COATING PAINTS

The authors deal with the silicon coating paints as successful protective mean for all kinds of vertical as well as horizontal building parts which are set out to the pernicious atmospheric influences. The silicon coating paints make the surface waterproof preventing the penetration of moisture into the building materials.

Obvestilo

Zveza inženirjev in tehnikov Slovenije je s 1. januarjem 1976 prevzela izključno prodajo za Slovenijo jugoslovanskih standardov, kakor tudi vseh drugih publikacij, ki jih izdaja Jugoslovanski zavod za standardizacijo v Beogradu.

Cene za standarde so navedene v katalogu JUS.

Podrobnejše informacije daje Zveza inženirjev in tehnikov Slovenije, Erjavčeva 15, Ljubljana. Telefon 061/21 942.

mnenje in kritika

Jugoslovanski zavod za standardizacijo je poslal uredništvu Gradbenega vestnika naslednjo informacijo s prošnjo, da jo objavimo:

STANJE DEL NA REVIZIJI PRAVILNIKA O TEHNIČNIH UKREPIH IN POGOJIH ZA BETON IN ARMIRAN BETON (Uradni list SFRJ, št. 51/1971)

Na temelju razprav in predloga Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov Jugoslavije je predvideno, da pristopimo k analizi in reviziji pravilnika o tehničnih ukrepih in pogojih za beton in armirani beton (PBAB). Jugoslovanski zavod za standardizacijo in Jugoslovanski odbor za beton oziroma odbor za beton Zveze jugoslovanskih laboratorijev so se ob koncu meseca aprila 1975 obrnili na podjetja, zbornice, Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov, inšpekcije, fakultete in raziskovalne organizacije, kakor tudi na posameznike, da do 15. julija istega leta pošljejo svoje pripombe na obstoječi Pravilnik PBAB, ki je v veljavi od leta 1971.

Do septembra leta 1975 je prispelo pet dopisov, tako, da javna razprava, za katero je bilo predvideno, da bo 9. oktobra 1975 na skupščini ZJL, ni bila možna. Na ponovni poziv je prispelo še nekaj dopisov s sugestijami, tako da je potekala razprava dne 17. decembra 1975 v Beogradu.

Na sestanku je bilo 22 udeležencev in sicer: iz podjetij 6, s fakultet 8, iz institutov 5, iz združenj 1, iz inšpekcij 1 in iz JZS 1 udeleženec. S pravico lahko zapišemo, da so podjetja pokazala relativno slabo zanimanje, medtem ko se iz Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov nihče ni udeležil posvetovanja. Prejeli smo edinoletni dopis od Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov Hrvatske, ki poroča, da je diskusija v teku in bo material kasneje dostavljen.

Pristop k pripombam je zelo različen. Posamezni diskutanti so predlagali tudi čisto nove formulacije posameznih členov pravilnika, medtem ko so drugi pretežno kritično obravnavali Pravilnik in navajali, kako je posamezni problem rešen v predpisih drugih držav ali v Priporočilih Evropskega odbora za beton.

Pripombe, ki se nanašajo na prvo poglavje Pravilnika — Splošne odredbe —, se tičejo člena 3, v katerem ni precizirano, kdo daje soglasnost za proračun in izvajanje, če se odstopa od Pravilnika.

Največje število pripomb se nanaša na drugo poglavje — Materiali. Pripombe so različnega značaja. So pripombe tehničnega značaja, so pa tudi take, v katerih se zahteva preciznejše definiranje odgovornosti dobaviteljev materiala in izvajalcev. Predmet kritike je večje število členov Pravilnika, s katerimi se določa kontrola kvalitete cementa, agregatov, jekla, zlasti pa betona. V tej smeri so podani tudi nekateri konkretni predlogi za kontrolo kvalitete betona.

Na določbe iz tretjega poglavja — Proračun — je podanih relativno dosti pripomb, toda na žalost zelo malo konkretnih predlogov. Pripombe se nanašajo tako na dopustne napetosti, kot tudi na mejna stanja. Lahko rečemo, da so tukaj kritizirana mesta, za katera smo tudi v teku izdelave Pravilnika vedeli, da imajo pomanjkljivosti, ki jih bo treba naknadno odstraniti po ustreznih dopolnilnih analizah.

Tudi na četrto in peto poglavje obstoje pripombe, ki se nanašajo na novosti v primerjavi s P1T št. 3 — na primer sidranje armature — kot tudi na neusklajenost tega pravilnika z obstoječimi predpisi in standardi za jekla v betonu.

Določila zadnjega poglavja — Izvajanje — so prav tako kritizirane, kar je seveda popolnoma razumljivo, ker se ista snov obdeluje tudi v drugih poglavjih.

Do razprave dne 17. decembra 1975 je prispelo 69 tipkanih strani pripomb, ne upoštevajoč obljubljenega gradiva od ZGIT Hrvatske, ki ga nismo dobili.

Na temelju dobljenih materialov, čeprav nepopolnih kot tudi na osnovi ustne diskusije lahko sklepamo, da je bil predlog za pokrenitev dopolnitve in revizije Pravilnika o tehničnih ukrepih in pogojih za beton in armirani beton dobrodošel in da bo omogočil uvedbo novih koristnih elementov, kakor tudi nadaljnje usklajevanje z dosežki pri nas in v svetu.

V okviru organizacije ISO, Evropskega odbora za beton in Mednarodnega društva za prednapenjanje greh kraju diskusija o novem mednarodnem standardu za proračun in izvajanje betonskih konstrukcij (armiranih in prednapetih), pa bo tudi to dobra priložnost, da se naš novi predpis za beton in armirani beton čim bolj uskladi z zgoraj navedenimi dokumenti.

Razen drugega se bo z revizijo Pravilnika opravila tudi sprememba oznak novega sistema mer, v smislu našega veljavnega zakona.

Revizija Pravilnika bo v znatni meri olajšana, ker je v teku izdelava tehničnih pogojev za vse vrste jekla v betonu, vključno tudi jekla za prednapeti beton, kot tudi več standardov o betonu (tehnični pogoji za hidrotehnični beton, določanje trdnosti betona na pritisk, dodatki betonu itd.).

Načrt standarda ISO — Proračun betonskih konstrukcij (Dokument N 11) — je bil razmnožen in poslan naslednjim organizacijam:

— Gradbena fakulteta, Katedra za beton in betonske konstrukcije, Sarajevo, Hasana Brkića 24

— Gradbena fakulteta, Katedra za beton, Skopje, Rade Končar 16

— Gradbena fakulteta, Katedra za beton, Zagreb, Kačićeva 26

— Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Katedra za beton, Ljubljana, Jamova 2

— Gradbena fakulteta, Katedra za beton, Beograd, Bul. revolucije 73

— Gradbena fakulteta, Katedra za beton, Niš, Ul. 12. februarja 56

— Institut gradbeništva Hrvatske, Zagreb, Janka Rakuš 1

— Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij, Ljubljana, Dimičeva 12

— Institut za ispitivanje materijala SRS, Beograd, Vojvode Mišića 43

Vsi zainteresirani se lahko obrnejo na te ustanove, kot tudi na Jugoslovanski zavod za standardizacijo, v zvezi s tem materialom.

V dneh 6. do 8. aprila 1976 bo v Oslu zasedanje Mednarodne organizacije za standardizacijo ISO, odbora TC 71/SC 2. Na tem zasedanju bo razprava o dokumentu N 11 »Proračun betonskih konstrukcij«, ki je bil razmnožen in poslan na naslove naših gradbenih fakultet in institutov.

Prosimo vse zainteresirane, da svoje morebitne pripombe na ta dokument pošljejo Jugoslovanskemu zavodu za standardizacijo, Beograd, Slobodana Penzića-Krcuna 35 pp. 933 najpozneje do 25. marca 1976. Dospelo pripombe bo pregledala in unificirala delovna skupina Jugoslovanskega odbora za beton in ga postavila kot uradno stališče naše države na zasedanje organizacije ISO v Oslu.

Nadaljnje delo na reviziji predpisov PBAB bi se odvijalo takole:

— Zbiranje pripomb na obstoječi Pravilnik PBAB do 15. aprila 1976 (pripombe pošiljati Jugoslov. zav. za standardizacijo na zgornji naslov).

— Po 15. aprilu in po prejetju pripomb na PBAB ustanovitev delovne skupine za obdelavo tez na temelju pripomb in sklepov na zasedanju v Oslu.

— Sprejetje tez s strani strokovne komisije JZS.

— Izdelava prednačrta pravilnika za beton in armirani beton na temelju sprejetih tez.

— Oddaja prednačrta v javno razpravo.

Jugoslovanski zavod za standardizacijo
Jugoslovanski komitet za beton
Odbor za beton SJL

(Prevod B. F.)

Sanacija stranskih sten v žgalnem kanalu krožne peči

1.0 OPIS KROŽNE PEČI

Krožno peč uporabljajo za žganje surovih opečnih proizvodov. Ime je dobila po kroženju ognja v žgalnem kanalu. Konstrukcija je zelo stara, sama peč pa zelo masivno izdelana.

V času, ko so konstruirali krožne peči, podobne današnjim (v zadnjem času opuščajo gradnjo krožnih peči in prehajajo na modernejšie in bolj ekonomične konstrukcije — tunelske peči) je trajal obhod ognja 14 dni in tudi več. Danes pa zaradi močne konkurence energetske krize in ekonomičnosti proizvodnje, traja enkratni obhod ognja 2 do 6 dni. Če upoštevamo, da je dolžina žgalnega kanala ca. 100 m (odvisno od velikosti peči) in da traja enkratni obhod ognja v poprečku 4 dni, pridemo do zaključka, da je obloga žgalnega kanala izpostavljena močnim termičnim vplivom. Takšne hitrosti napredovanja ognja nedvomno povzročajo hitrejšie in močnejše okvare na oblogi žgalnega kanala peči.

V povojnih letih so pri večini krožnih peči zamenjali trdo gorivo (premog) s tekočim gorivom (mazut). Prav to tekoče gorivo pa je omogočilo hitrejšie napredovanje ognja v peči in s tem tudi povečanje proizvodnje.

Notranjost žgalnega kanala je izdelana z navadno, nekoliko višje žgano opeko v nizko ognjestalni malti, sestavljeni iz finega opečnega zdroba in gline. Oblike žgalnih kanalov so različne, največkrat so izdelani v obliki krožnic in parabol, ki se končujejo z ravnima stranskima stenama. V povojnem času so pri nekate-

rih gradnjah krožnih peči zamenjali klasično opečno oblogo žgalnega kanala z nizko ognjestalnim betonom, debeline 20—25 cm.

2.0 OBRATOVANJE KROŽNE PEČI

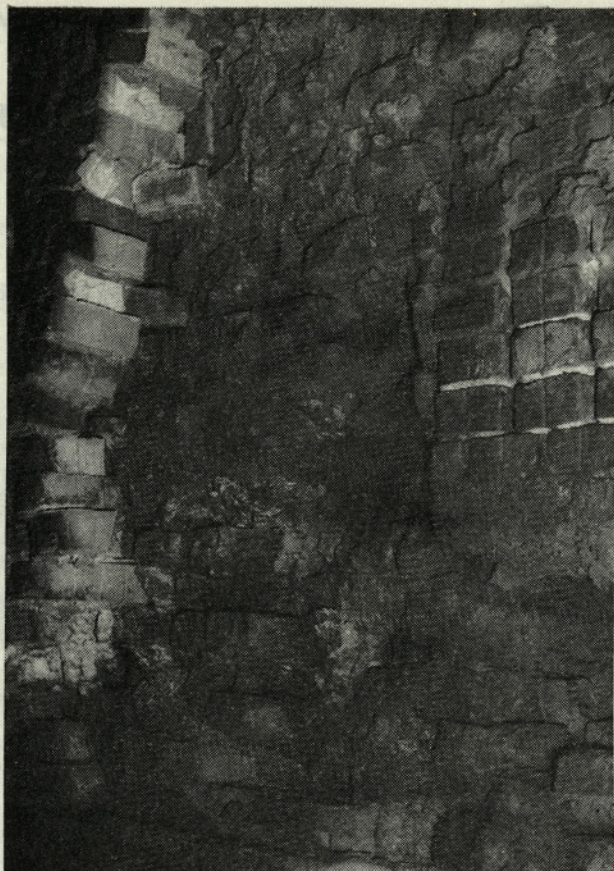
Hitrost napredovanja ognja je odvisna od več faktorjev in sicer:

- občutljivosti proizvodov pri žganju in ohlajevanju,
- gostote vlaganja,
- načina vlaganja,
- vlage surovinskih in posušenih proizvodov,
- vrste in kalorične vrednosti goriva,
- vleka dimnika (ventilatorja),
- zračne tesnosti obloge žgalnega kanala in
- kurjačev.

Višina maksimalne obratovalne temperature v peči je odvisna od vrste glin. Običajno je ta temperatura med 900 in 1050 °C. Na kvaliteto proizvodov vpliva tudi čas učinkovanja maksimalne obratovalne temperature. Ta naj bi bil po mnenju nekaterih strokovnjakov za doseg dobre in homogene kvalitete opek najmanj 6 ur.

3.0 OKVARE PRI OBRATOVANJU PEČI

Najbolj pogoste in tudi najbolj kritične okvare na oblogi žgalnega kanala peči so posledica hitrih temperaturnih sprememb (temperaturni šoki). Manj



Slika 1

nevarni so temperaturni šoki pri naraščanju temperature in bolj nevarni pri ohlajevanju. Nagle temperaturne spremembe zaradi temperaturnih gradientov povzročijo visoke toplotne napetosti v vgrajenih opekah v žgalnem kanalu. Pri tem ne smemo prezreti, da je vgrajena opeka segrevana, oziroma hlajena le na čelni ploskvi — torej enostransko.

Od začetka segrevanja pa vse do dosega maksimalne obratovalne temperature v žgalnem kanalu so raztezki na vidni površini vgrajene opeke večji kot so raztezki iste opeke na vzporedni notranji ploskvi. Pri ohlajevanju odžganih izdelkov hladimo tudi oblogo žgalnega kanala. V hladilnem temperaturnem intervalu žgalne krivulje zamenjajo toplotne napetosti predznake v vgrajenih opekah (zaradi enostranskega ohlajevanja). Te napetosti povzročajo razpoke in tudi krušenje opek. Močno razpokanost oziroma okrušenost vgrajenih, enostransko hlajenih opek, dobimo pri opekah z visokim procentom kremenca. Ta reverzibilni pojav je zlasti nevaren pri temperaturnih prehodih (117°C , 163°C , $180\text{--}270^{\circ}\text{C}$, 570°C in 870°C), kjer ima kremen močne temperaturne raztezke (pri segrevanju) oziroma skrčke (pri ohlajevanju).

Poleg opisanega vzroka za nastajanje okvar na oblogi žgalnega kanala se najpogosteje pojavljajo še naslednji:

— Taljenje obloge

Te okvare nastopajo, če žgalec usmeri gorilnik direktno na stransko steno žgalnega kanala.

— Izpadanje vgrajenih opek iz oboka

Vgrajena opeka iz oboka lahko izpade zaradi ne-kvalitetnega dela ali pa zaradi slabe kvalitete uporabljene malte oziroma opeke in predebelih fug.

— Mehanske okvare

Te okvare v glavnem povzročijo vlagalci ali vihar.

— Okvare zaradi utrujenosti materiala

Te okvare so predvsem posledica dolgoletnega obratovanja.

— Nagnjenje stranskih sten

Vzrok za nagnjenje stranskih sten je lahko nenakomerna in ekscentrična obtežba oboka na steno, pritisk notranje stene ali pa pritisk nasipa.

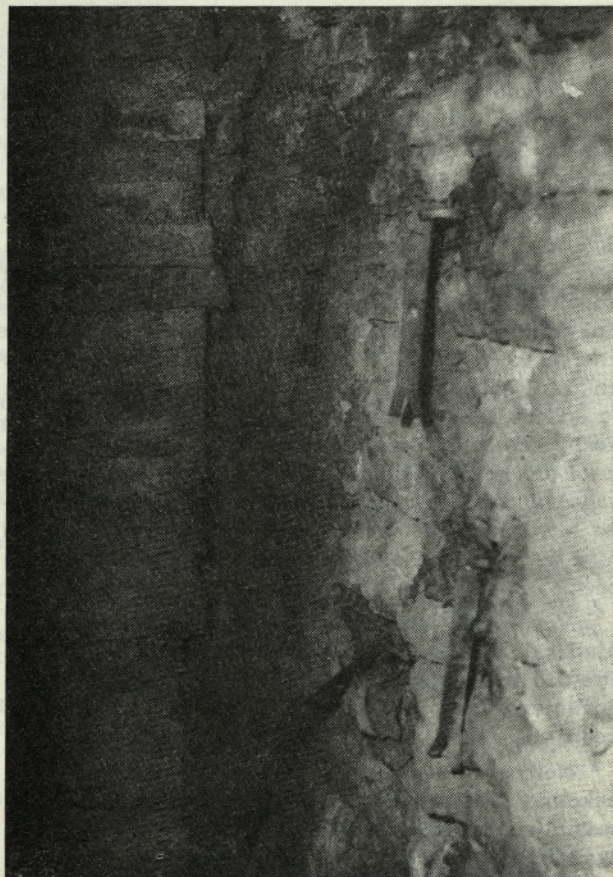
— Potovanja oboka

Je pogost pojav, zlasti pri novih pečeh in pri nepravilno ali slabo izvedenih prečnih fugah.

4.0 NAČIN SANACIJE STRANSKIH STEN ŽGALNEGA KANALA

4.1 Prikaz stranskih sten žgalnega kanala peči pred adaptacijo

Zaradi mnogoštevilnih, zgoraj naštetih negativnih vplivov na oblogo žgalnega kanala peči pride pri dolgotrajnem obratovanju do močnih okvar obloge. Pri starejših pečeh, kjer je že tudi sama konstrukcija



Slika 2

močno zrahljana, so potrebna vsakodnevna popravila, ki predstavljajo tudi nemajhen strošek. Takšna vzdrževanja so le provizorična in največkrat tudi slabo izvedena.

Za temeljito popravilo obloge peči je potrebno dotrajane stene, tako zunanje kot tudi notranje, porušiti in na novo sezidati. Taka popravila so izredno draga, saj je potrebno prezidati skoraj celo peč. Stroški pa so tako visoki, da si jih nobena opekarna ne more privoščiti in se zato raje zadovoljijo z zasilnim vzdrževanjem notranje obloge.

Na sliki št. 1 je viden dotrajani del obloge žgalnega kanala, ki je bil odrinjen od notranjega nosilnega zidu (desna stran fotografije).

4.2 Tehnična rešitev sanacije sten v žgalnem kanalu

Pri iskanju rešitve za sanacijo zunanjih stranskih sten v žgalnem kanalu smo se omejili na dejstvo, da morajo notranje stene ostati take kot so. Prezidati je bilo potrebno le zunanje stene na tak način, ki bi zagotovil daljše in varnejše obratovanje krožne peči brez vsakodnevnih popravil. Med več možnimi rešitvami smo se odločili za varianto sidranja s prokrom sidri. To je varianta sidranja, pri kateri je sidro sestavljeno iz dveh delov. Prvi, tj. notranji del je iz betonskega jekla ϕ 16 mm in dolžini 220 mm. Drugi del, tj. zunanji, je iz prokrom pločevine preseka 3×30 mm in dolžine 200 mm.

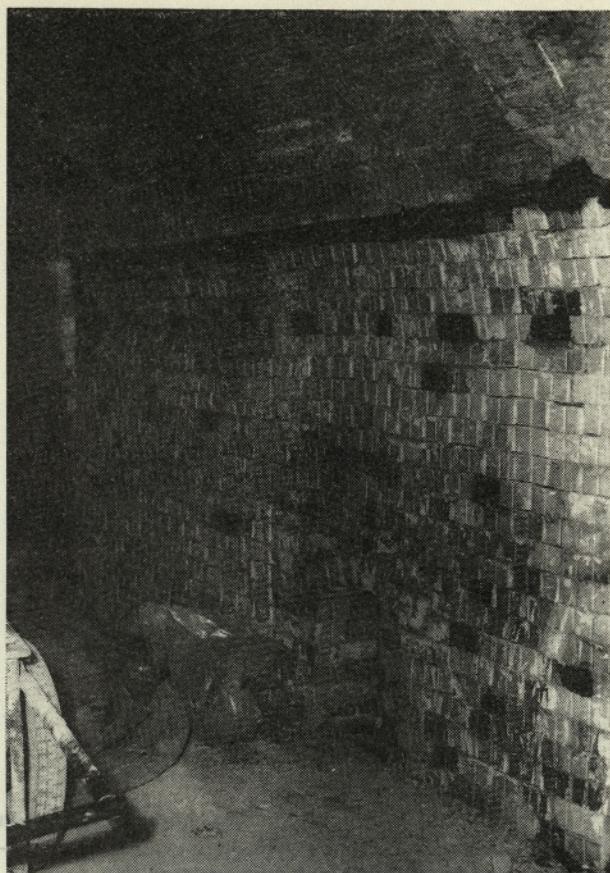
Pri tej varianti, je sidro narejeno iz dveh delov, od katerih je betonsko jeklo topo vgrajeno v notranjo steno, medtem ko je zunanji del sidra iz prokroma vgrajen v novo obnovljeno steno žgalnega kanala. Sidro je gibljivo v vseh smereh in s tem dovoljuje tudi ravninske pomike novo postavljene stene. Do pomikov pride zaradi posedanja malte, toplotnih raztezkov in skrčkov ter zaradi posedanja celotne konstrukcije peči.

Sidranje betonskega železa v notranjo steno smo izvršili tako, da smo najprej izvrtali luknjo ϕ 35 mm, jo dobro sprali s tekočo vodo, zapolnili luknjo s specialno maso za sidranje in nazadnje vstavili sidro iz betonskega železa. Masa za sidranje je izdelana na osnovi keramično-kemičnega veziva in strjuje že na nizkih temperaturah. Po strditvi mase za sidranje smo obesili še del sidra iz prokroma, kot je to razvidno iz slike št. 2.

Zunanje sidro iz prokroma smo vgradili v novo zidano oblogo v horizontalni legi in v nabijalno maso na osnovi fosfatnega veziva.

Prezidavanje obloge smo vršili po šahovski razporeditvi na odsekih dolgih ca. 2 m.

Na 1 m^2 smo vgradili ca. 5 sider, kot je to razvidno iz skice. Pri zidavi smo uporabili navadno, nekoliko višje žgano polno opeko in izboljšano ognjestalno malto. Pri fugah smo pazili, da so bile čim manjše. Zgornji stični del stene z obokom pa smo zapolnili z nabijalno maso. S tem smo dobili dober stik med obo-



Slika 3

kom in steno žgalnega kanala, kot je razvidno iz slike št. 3. Na ta način smo prezidali celotno oblogo žgalnega kanala, ki smo jo nazadnje še zaščitili s torkretnim izolacijskim slojem.

5.0 ZAKLJUČKI

Opisani način sanacije smo uporabili za adaptacijo stranskih sten žgalnega kanala 70 let stare krožne peči. Staro oblogo smo odstranili in jo na novo prezidali.

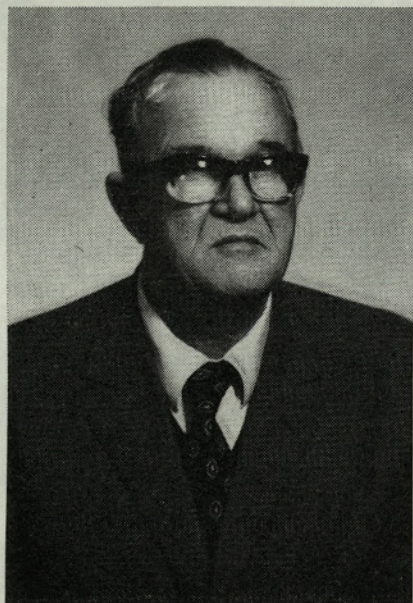
Prednosti uporabljenega načina sanacije so poleg ostalega tudi:

- možnost istočasnega odpiranja poljubnega števila delovnih mest,
- hitra in cenena adaptacija in
- dobra nosilnost in vzdržljivost adaptirane obloge.

Slaba stran tega načina je v tem, da ga praktično ne moremo uporabiti med obratovanjem peči zaradi prevelike toplote v žgalnem kanalu. Temu se izognemo tako, da izvedemo adaptacije sten žgalnega kanala med glavnim letnim remontom, tj. v zimskem času.

Kovačević Stanko

HERMAN SLAMIČ — SEDEMDESETLETNIK



Za jubilaranta Hermana Slamiča lahko rečemo, da spada med tiste redke in v slovenskem gradbeništvu poznane gradbene strokovnjake, ki še danes kljub nepretrgani zaposlitvi pred vojno, v času borbe v NOB in v času obnove in izgradnje naše domovine z vso prizadevnostjo delajo v gradbeni operativi.

Rodil se je 22. aprila 1906 v Podgori pri Gorici kot sin zavednih staršev. Trda vzgoja je odločno vplivala na oblikovanje in značaj našega slavljenca Hermana.

Po končani srednji tehnični šoli v Ljubljani se je zaposlil kot gradbeni tehnik pri tehniškem oddelku takratne banske uprave v Ljubljani ter je operativno vodil dela na terenu pri gradnji Ekonomije Ponoviče pri Litiji, Zdravilišč v Dobrni, Rogaški Slatini in v Topolšiči.

Poleg strokovnega dela se je uspešno uveljavljal tudi v športu, zlasti v nogometu, lahki atletiki, kolesarstvu in je bil tudi član akademskega pevskega zbora.

Že leta 1941 se je vključil v NOB in dve leti nato odšel v partizane. Bil je udeleženec celotnega pohoda XIV. divizije na Štajersko ter je v času borbe prizadevno izpolnjeval dodeljene mu naloge.

Decembra leta 1945 se je po demobilizaciji vrnil v svojo stroko in se posvetil obnovi porušene domovine. Postal je pomočnik direktorja Direkcije za ceste v Ljubljani, nato je sodeloval pri gradnji ceste bratstva in enotnosti Beograd—Zagreb na odseku Andrijeveci—Okučani.

Od leta 1947 dalje je v sestavu Gradisa najprej kot šef gradbišča vodil gradnjo »Vila Bled« na Bledu, objekt Groblje pri Domžalah in sodeloval pri izgradnji koksarne v Zenici vse do leta 1953.

Od takrat dalje do upokojitve je bil zaposlen pri SGP »Primorje«, Ajdovščina. Tam je uspešno vodil kot šef gradbišča dela pri gradnji cest Planina pri Rakeku, Senožče—Divača, Divača—Kozina, pri gradnji ljubljanskih podvozov, koprške železnice, cest na Hvaru in nato postal pomočnik direktorja za ceste pri istem podjetju.

V tem času je bil tudi republiški poslanec.

Glede na dolgoletne izkušnje pri cestogradnjah se je po upokojitvi vključil v izgradnjo avtocest v naši republiki, kjer na samem terenu z velikim čutom odgovornosti in z vso prizadevnostjo sodeluje pri koordinaciji in zasledovanju del, ki jih izvajajo podjetja skupnice GAST.

Za svoje delo je tovariš Herman prejel številna odlikovanja. Na skupščini leta 1970 v Novi Gorici je postal zaslužni član Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije.

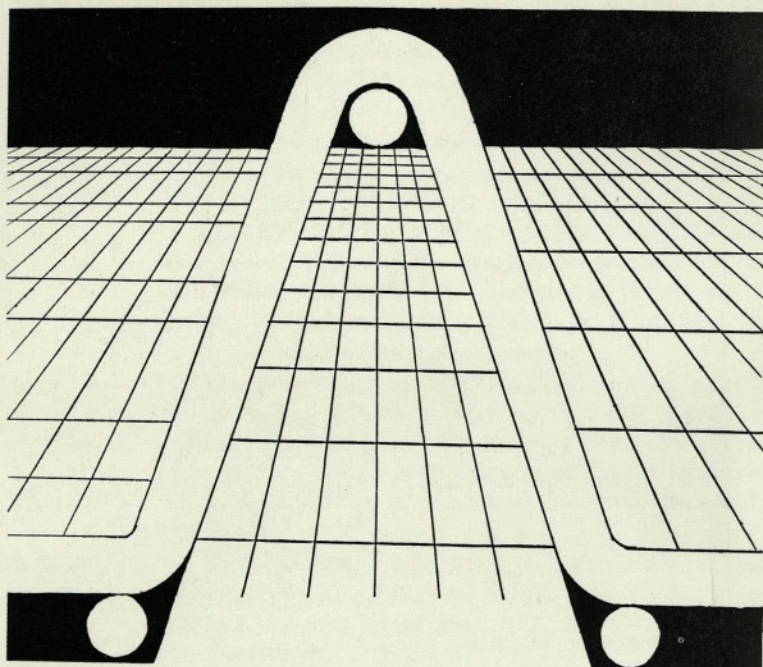
Dragemu Hermanu, ki je poznan po vsej Sloveniji ne samo kot izkušen strokovnjak s področja cestogradenj, ampak tudi kot iskren in dober tovariš, želimo še dolgo vrsto let ob zdravju in zadovoljstvu v krogu svoje družine in njegovih sodelavcev.

v. č.



**Rudarsko-
metalurški
kombinat
Zenica**

**Gradbeniki,
projektanti,
investitorji!**



Izkoristite prednosti zavarjenih armaturnih mrež in ekonomske učinke njihove uporabe — prihranke v količinah potrebne armature, prihranke v času, delovni sili in transportu.

Zavarjene armaturne mreže se uporabljajo za izvajanje površinskih armaturnobetonskih konstrukcij, linijskih armirano-betonskih elementov za stremena betonskih cest in avionskih vzletno-pristajalnih pist.

Lahko se uporabljajo v konstrukcijah, ki so obtežene pretežno s statično obtežbo, tj. če se obtežba ne povečuje z dinamičnim faktorjem. Izdelujejo jih iz hladno vlečenega jekla Č.0345 V in so lahko standardne in fine zavarjene armaturne mreže. STANDARDNE zavarjene armaturne mreže se izdelujejo v ploščah širine 2150 mm, 5000 ali 6000 mm. Pakirane so v paketih po 10, 20 in 30 kosov. V paketu morajo biti samo enake mreže.

FINE zavarjene armaturne mreže se uporabljajo v gradbeništvu in industriji stekla za armiranje. Izdelujejo se iz svetle žarjene žice JUS Č.B6.011. Minimalna širina mreže je 700 mm, a maksimalna širina 2257 mm. Pakirane so v zvitkih.

NE POZABITE, da uporaba zavarjenih armaturnih mrež olajšuje delo projektantom — potrebno je samo izdelati načrt nameščanja armature.

Proizvodjač: Rudarsko-metalurški kombinat »RMK-Tvornica za prerađu žice »Bihać« — Bihać Zenica« — Zenica,

Tvornica za prerađu žice »Bijeljina« — Bijeljina

Tvornica građevinskih armatura »Stolac« — Stolac

Telefoni: 072 21 244/161; 077 22 226; 076 81 337; 088 87 218

Telex: YU RMKZE 43-129

Poštanski pregrađak: 141

Predstavništva: Beograd, Topličin venac 3/II, telex: 11-395 YU RMKPBG

Zagreb, 8 maja 44/I, telex:

21-739 YU RMKPZG

Ljubljana, Žibertova 1

Ploče — Luka Ploče

Progres-Beograd — generalni zastupnik za spoljnu trgovinu RMK Zenica