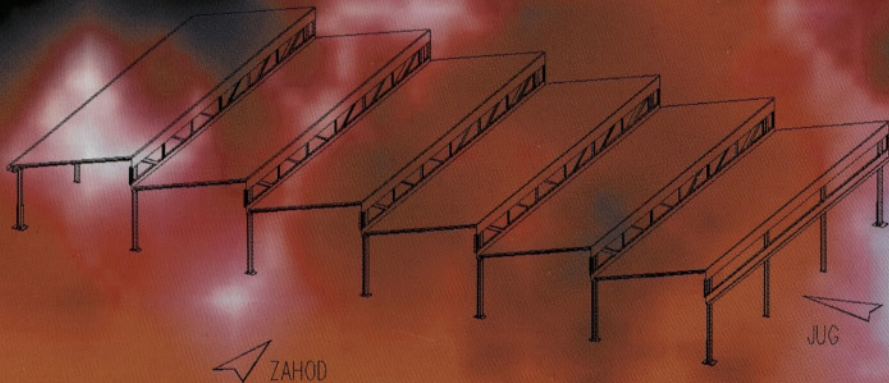


# GRADBENI VESTNIK

GLASILO  
ZVEZE DRUŠTEV  
GRADBENIH  
INŽENIRJEV  
IN TEHNIKOV  
SLOVENIJE

**JANUAR  
2001**



**1951  
2001**

**Glavni in odgovorni urednik:**

Prof.dr. Janez **DUHOVNIK**

**Lektorica:**

Alenka **RAIČ - BLAŽIČ**

**Tehnični urednik:**

Danijel **TUDJINA**

**Uredniški odbor:**

Doc.dr. Ivan **JECELJ**

Andrej **KOMEL**, u.d.i.g.

Mag. Gojmir **ČERNE**

Prof.dr. Franci **STEINMAN**

Prof.dr. Miha **TOMAŽEVIČ**

Janja **PEROVIC-MAROLT**, u.d.i.g.

**Tisk:**

**Tiskarna TONE TOMŠIČ**, d.d.

Ljubljana

Količina: 900 Izvodov

Revijo izdaja ZVEZA DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE, Ljubljana, Karlovška 3, telefon/faks: 01 422-46-22, ob finančni pomoči Ministrstva RS za znanost in tehnologijo, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani ter Zavoda za gradbeništvo Slovenije.

<http://www.europlan.si/vestnik>

Letno izide 12 števil. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 5000 SIT; za študente in upokoјence 2000 SIT; za gospodarske naročnike (podjetja, družbe, ustanove, obrtnike) 40500 SIT za 1 izvod revije; za naročnike v tujini 100 USD. V ceni je všteti DDV.

Žiro račun se nahaja pri Agenciji za plačilni promet, Enota Ljubljana, številka: 50101-678-47602.

## Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

1. Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.

2. Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.

3. Besedilo prispevkov mora biti napisano v slovenščini.

4. Besedilo mora biti izpisano z dvojnimi presledki med vrsticami.

5. Prispevki morajo imeti naslov, imena in priimke avtorjev ter besedilo prispevka.

6. Besedilo člankov mora obvezno imeti: naslov članka (velike črke); imena in priimke avtorjev; naslov POVZETEK in povzetek v slovenščini; naslov SUMMARY, naslov članka v angleščini (velike črke) in povzetek v angleščini; naslov UVOD in besedilo uvoda; naslov naslednjega poglavja (velike črke) in besedilo poglavja; naslov razdelka in besedilo razdelka (neobvezno); naslov SKLEP in besedilo sklepa; naslov ZAHVALA in besedilo zahvale (neobvezno); naslov LITERATURA in seznam literature; naslov DODATEK in besedilo dodatka (neobvezno). Če je dodatkov več, so dodatki označeni še z A, B, C, itn.

7. Poglavja in razdelki so lahko oštevilčeni.

8. Slike, preglednice in fotografije morajo biti oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino. Slike in fotografije, ki niso v elektronski obliki, morajo biti priložene prispevku v originalu in dveh kopijah.

9. Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.

10. Uporabljena in citirana dela morajo biti navedena med besedilom prispevka z oznako v obliki [priimek

prvega avtorja, leto objave]. V istem letu objavljena dela istega avtorja morajo biti označena še z oznakami a, b, c, itn.

11. V poglavju LITERATURA so dela opisana z naslednjimi podatki: priimek, ime avtorja, priimki in imena drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.

12. Način objave je opisan s podatki: knjige: založba; revije: ime revije, založba, letnik, številka, strani od do; zborniki: naziv sestanka, organizator, kraj in datum sestanka, strani od do; raziskovalna poročila: vrsta poročila, naročnik, oznaka pogodbe; za druge vrste virov: kratek opis, npr. v zasebnem pogovoru.

13. Pod črto na prvi strani, pri prispevkih, krajših od ene strani pa na koncu prispevka, morajo biti navedeni obsežnejši podatki o avtorjih: znanstveni naziv, ime in priimek, strokovni naziv, podjetje ali zavod, naslov.

14. Prispevke je treba poslati glavnemu in odgovornemu uredniku prof. dr. Janezu Duhovniku na naslov: FGG, Jamova 2, 1000 LJUBLJANA. V spremnem dopisu mora avtor članka napisati, kakšna je po njegovem mnenju vsebina članka (pretežno znanstvena, pretežno strokovna) oziroma za katero rubriko je po njegovem mnenju prispevek primeren. Prispevke je treba poslati v treh izvodih in v elektronski obliki (WORD, EXCEL, AVTODAC, DESIGNER).

Uredniški odbor

## VSEBINA - CONTENTS

Članki, študije, razprave  
Articles, studies, proceedings

Stran 4

Miklavž Čepon

**OBNOVITEV, GRADNJA, VZDRŽEVANJE  
IN UPRAVLJANJE CESTNIH OBJEKTOV  
DIREKCIJE REPUBLIKE SLOVENIJE ZA  
CESTE**

**REHABILITATION, CONSTRUCTION,  
MAINTENANCE AND MANAGEMENT OF  
ROAD STRUCTURES BY THE DIRECTORA-  
TE OF THE REPUBLIC OF SLOVENIA FOR  
ROADS**

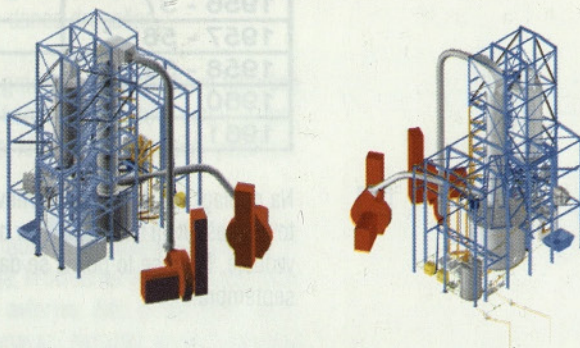


Stran 14

Tomaž Štrancar, Karel Štiglic

**RAČUNALNIŠKO KONSTRUIRANJE  
JEKLENIH KONSTRUKCIJ**

**CAD OF STEEL STRUCTURES**



Novice  
News

Stran 2

Janez Duhovnik

**50 LETNIKOV GRADBENEGA VESTNIKA**

Stran 23

Stipan Mudražija

**DRUŠTVO GRADBENIH INŽENIRJEV IN  
TEHNIKOV MARIBOR AKTIVNO  
SODELUJE V PROJEKTU  
LOKALNA AGENDA 21 - PROGRAMU  
VARSTVA OKOLJA ZA MARIBOR**

J. DUHOVNIK: 50 LETNIKOV GRADBENEGA VESTNIKA

# 50 LETNIKOV GRADBENEGA VESTNIKA

Pred vami je prva številka petdesetega letnika Gradbenega vestnika. Po zgledu praznovanj leta 2000 lahko ta letnik štejeemo kot nekoliko širšo, in kot boste videli, tudi ne čisto jasno mejo med prvim in drugim petdesetletjem naše revije.

Ker je v navadi, da se ob podobnih priložnostih kaj pove o slavljenju, sem se pozanimal, kakšna je vsebina prvih desetih letnikov revije. Na ZDGITS sem si izposodil v knjige vezane arhivske izvode in v knjigi Gradbeni vestnik 1951-52, v kateri je kot prva uvezana dvojna številka (1-2) letnika 1951, na prvi notranji strani odkril, da gre za IV. letnik revije, ki je izšla kot glasilo Sveta za gradbene in komunalne zadeve LRS ter Društva gradbenih inženirjev in tehnikov LRS. Sprva sem si mislil, da je to kar dober izgovor, da mi ne bi bilo treba pisati tega uvodnika, saj bi po običajnem štetju letnikov petdeseti izšel že pred leti.

Ker pa bi bili nekateri zaradi tega nejevoljni, pa tudi zato, da bi sebi in vam prihranil dokazovanje, v kateri letnik spada številka pred vami, sem naredil pregled števil in letnikov v letih od 1951 do 1961 po podatkih v posameznih številkah:

Leto	Letnik	Številke
1951	IV	1 - 2, 3 - 4, 5 - 6, 7 - 8, 9 - 10
1952	V	11 - 12, 13 - 14
1953	V	15 - 16, 17 - 18, 19 - 20
1953	VI	21 - 22, 23 - 24
1954	VI	25 - 26, 27 - 28, 29 - 30
1954	VII	31 - 32, 33 - 34
1955 - 56	VII	35 - 36, 37 - 38, 39 - 40
1956 - 57	VIII	41 - 42, 43 - 44, 45 - 46, 47 - 50
1957 - 58	IX	51 - 54, 55 - 57, 58 - 59, 60
1958 - 59	X	61 - 64, 65 - 66, 67 - 70
1960	XI	71 - 74, 75 - 76
1961	X	1 - 4



Na podlagi teh delnih ugotovitev sem se nazadnje sprijaznil s tem, da je letošnji letnik petdeseti, pa če se to da prešteti ali ne. Očitno je v omenjenih letih in kasneje na štetje letnikov močno vplivalo takratno plansko vzdušje. Malo se to pozna še danes, saj ste lansko majsko številko devetinštiridesetega letnika dobili šele septembra!

Ker prvih treh letnikov Gradbenega vestnika na ZDGITS nimamo, bi bili hvaležni vsakomur, ki bi nam povedal, kje bi jih lahko našli.

Vrnimo se k vsebini takratnega Gradbenega vestnika! Po nenavadnem številčenju letnikov bi na hitro lahko sklepali, da se z vsebino iz tistih časov, ki so večini znani po petletkah, nekateri pa imajo nanje še bolj žalostne spomine, ni vredno ukvarjati. Listanje po starih številkah Gradbenega vestnika pa je mene prepričalo o nasprotnem! Naj navedem le tri primere:

V št. 5 - 6, letnik IV, 1951, na strani 140, je v rubriki Kritika našega dela inž. Martin Obrnan objavil članek Nekaj misli o kvaliteti gradenj. V uvodu piše, da je poleg kakovostnih materialov za kakovosten objekt nujen tudi pravilno in pravočasno izdelan projekt. Opozarja na nujnost sodelovanja med vsemi projektanti, ki morajo vsi poznati možnosti, ki jih nudi razpoložljiva tehnologija izvedbe. Konstrukter mora izbrati primerna gradiva, obliko konstrukcije in način gradnje. Projekt mora biti popolnoma jasen in ne sme vsebovati dvoumnih rešitev. Izgovor, da bodo določene rešitve poiskali izvajalci, je nesprejemljiv. Pri tem pa morata teorijo in

prakso poznati projektant in izvajalec. Za prvega velja latinski pregovor *Theoria sine praxis sicut currus sine axis* (Teorija brez prakse je kot voz brez osi) za drugega pa *Praxis sine theoria sicut currus sine via* (Praksa brez teorije je kot voz brez poti). Za projektiranje je potrebno dovolj časa, saj je preučevanje različnih variant v času projektiranja neprimerno cenejše kot med gradnjo. Članek se konča z ugotovitvijo, da je za pridobitev dobrih projektov najboljša možnost nagradni natečaj s čimbolj ostro konkurenco.

V št. 13 - 14, letnik V, 1952, na strani 53, je prof. ing. Svetko Lapajne objavil članek O varnosti gradbenih konstrukcij. Tisto leto je konec februarja v Sloveniji padlo nenavadno veliko snega, kar je spodbudilo razprave o dejanski varnosti gradbenih konstrukcij. Članek obširno opisuje osnove verjetnostne teorije varnosti konstrukcij, ki je podlaga za projektiranje konstrukcij po metodi delnih varnostnih faktorjev. V pojmu varnost je vključena tudi trajnost. Članek navaja 15 naslovov literature.

V št. 25 - 26, letnik VI, 1954, na strani 101, je ing. Marjan Brilly objavil članek Ureditve študija na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Tehniške visoke šole v Ljubljani (FGG). Opisana so takratna dogajanja v zvezi s problematiko dolgega časa študija na FGG. Društvo gradbenih inženirjev in tehnikov (DGIT) je zato junija 1951 pripravilo javno razpravo, na podlagi katere je nastal predlog sprememb učnega načrta, ki so ga posredovali na FGG. Ker ga ta ni upoštevala, so pri DGIT v prvi polovici leta 1952 izvedli med inženirji v praksi anketo, ki je pokazala visoko soglasje s predlogom društva. Ker tudi tokrat FGG ni upoštevala predlogov DGIT, je bil 11.12.1953 organiziran študentski bojkot predavanj. Kmalu po bojkotu je Izvršni svet Ljudske republike Slovenije (vlada) imenoval posebno komisijo, ki so jo sestavljali predstavniki FGG, DGIT in študentov s predsednikom Janezom Vipotnikom, ki je bil takrat član IS LRS. Ta komisija je preučila obstoječi učni načrt in pripravila predlog sprememb. Članek je sklenjen z ugotovitvijo, da bodo spremembe uspešne le, če se bodo zastopniki FGG dali prepričati, da praksa ne potrebuje ozko usmerjenih inženirjev, katerih šolanje je zaradi dolgega študija predrago ter da je mogoče z ustrezno temeljito reformo dosedanjega načina študija doseči potrebno kvaliteto absolventov, ki bi študij končali v petih letih.

Navedeni članki ponovno dokazujejo, da je vedno, preden kaj napišemo, koristno prebrati čimveč že napisanega. S problemi, ki jih obravnavajo avtorji navedenih člankov, se gradbeniki ukvarjamo še danes. Bistvene ugotovitve avtorjev še vedno držijo, le rešitve in poti do njih so danes drugačne.

Prav ta čas se pripravlja nov zakon o graditvi objektov, ki ureja postopke graditve; uvajamo nove tehnične predpise za konstrukcije, ki temelje na verjetnostni teoriji zanesljivosti konstrukcij in tudi sedaj je čas, potreben za zaključek študija na naših gradbenih fakultetah, predolg. Za vse, ki se s temi problemi ukvarjajo, bi bilo koristno, da bi omenjene članke prebrali v celoti.

Podobno kot omenjeni, se tudi drugi strokovni članki ukvarjajo s pomembnimi gradbenimi problemi in kažejo na tedanje stanje stroke. Za vse je značilen argumentiran način pisanja, ki še danes velja za primernega v strokovnih revijah, kaže pa tudi na za takratne čase visok strokovni nivo avtorjev. Zato bi bilo prav, da bi avtorji bodočih člankov v Gradbenem vestniku prebrali vse članke o obravnavani tematiki, ki jih je ta revija že objavila in jih navedli kot literaturo.

Vsebina prvih letnikov Gradbenega vestnika obsega vsa področja gradbeništva, v njem pa najdemo tudi nekaj člankov o arhitekturi in urbanizmu. Gradbeni vestnik je v prvih letih predstavljal skoraj edini vir informacij o dogajanjih v stroki na tujem. Skoraj v vsaki številki najdemo povzetke člankov iz tujih revij, ki so bile takrat neprimerno težje dostopne kot danes. Objavljal je tudi številne oglase o izdelkih in dosežkih gradbenih podjetij in proizvajalcev gradbenih materialov, ki so tako poleg naročnikov omogočali izhajanje revije.

Prvi letniki Gradbenega vestnika so gotovo dober temelj vsem devetinštiridesetim. Naj bodo enako dobri in še boljše vsi naslednji!

Janez Duhovnik

# **OBNOVITEV, GRADNJA, VZDRŽEVANJE IN UPRAVLJANJE CESTNIH OBJEKTOV DIREKCIJE REPUBLIKE SLOVENIJE ZA CESTE**

## **REHABILITATION, CONSTRUCTION, MAINTENANCE AND MANAGE- MENT OF ROAD STRUCTURES BY THE DIRECTORATE OF THE REPUBLIC OF SLOVENIA FOR ROADS**

STROKOVNI ČLANEK

UDK 625.7/8 : 69.059

MIKLAVŽ ČEPON

**P O V Z E T E K** Poleg novogradenj cestnih objektov na avtocestah teče iz leta v leto intenzivna obnovitev in gradnja objektov na drugih državnih cestah. Te dejavnosti se od novogradenj razlikujejo po vrsti in obsegu del, hkrati pa običajno potekajo ob prometu čez gradbišče. Najpogosteje gre za posege na poškodovanih in dotrajanih objektih, katerih pravo stanje se ponavadi pokaže šele po začetku del.

Predstavljeno je delo oddelka za objekte v Sektorju za investicije Direkcije RS za ceste, ki pokriva približno 1500 cestnih objektov (mostov, viaduktov, nadvozov, predorov) na hitrih, glavnih in regionalnih državnih cestah po vsej Sloveniji. Dejavnost oddelka obsega tudi geotehnične ukrepe na cestah, ki so jih poškodovali plazovi, ter krušljivih brežinah (večji podporni in oporni zidovi, pilotne stene, večje kamnite zložbe).

V prispevku so prikazani nekateri značilni primeri obnovitev posameznih vrst cestnih objektov. Na kratko je opisano tudi trenutno stanje upravljanja s cestnimi objekti Direkcije RS za ceste, ki si prizadeva dodeljena finančna sredstva gospodarno vložiti v državno cestno infrastrukturo.

*Avtor:*

Dr. Miklavž Čepon, univ. dipl. inž. grad., MPZ-DIREKCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA CESTE,  
Tržaška 19, 1001 LJUBLJANA

**S U M M A R Y** Besides of the construction of new road structures on motorways, intensive rehabilitation and replacement construction of structures on other national roads are conducted every year. Usually, this fact entails the renovation of worn and damaged structures, which are repaired with interrupting traffic and which real condition usually becomes evident only during the execution of works. Each structure demands special attention and no uniform measures can be adopted. Both the planning and implementation of these works demand the participation of experts.

The existing road structures on public roads were constructed over different time periods. For this reason, the road structures on national roads are varied and therefore represent both a difficult task and a challenge for managers, planners and contractors.

The paper presents some of the typical examples of rehabilitation, classified according to the type of road structures, and features a short description of the present conditions in the management of road structures. The Directorate of the Republic of Slovenia for Roads tries to economically invest allotted funds in the national road infrastructure, which comprises 1500 bridge and other structures on expressways, main and regional national roads throughout Slovenia.

## 1. UVOD

Poleg spremljanja stanja naštetih cestnih objektov, vzdrževanja in obnove vodi oddelek ob sodelovanju DDC-Družbe za državne ceste d.o.o. kot svetovalnega inženirja tudi vse tiste investicije na omenjenih državnih cestah, pri katerih obsegajo večji delež cestni objekti. Za cestne objekte Direkcije RS za ceste (vključno z geotehničnimi ukrepi) je tako

vsako leto namenjena približno četrtna sredstev za investicije. V letu 2000 to pomeni 3,5 milijarde SIT, kar pa je glede na trenutno stanje objektov še vedno premalo. Z dodeljenimi sredstvi vsako leto obnovimo ali na novo zgradimo okoli 70 večjih in manjših objektov in zidov, utrdimo vsaj 20 cestnih odsekov, ki so jih poškodovali plazovi in usadi, ter zaščitimo krušljive cestne brežine. K temu je potrebno prišteti še zahtevnejše vzpostavitev prevoznosti cest

ob elementarnih dogodkih.

## 2. INVENTAR CESTNIH OBJEKTOV

### 2.1 PESTROST OBJEKTOV

Obstoječi objekti na državnih cestah so bili zgrajeni v različnih časovnih obdobjih, zato

Namen	(AC)	HC	G1	G2	R1	R2	R3	RT	Skupaj	Površina v m <sup>2</sup>
Most	(72)	27	152	110	191	276	305	51	1184	319639
Nadvoz	(124)	68	9	15	5	4	5	1	231	102683
Podvoz	(136)	62	24	22	21	13	14	1	293	70557
Predor	(15)	3	1	9	2	1	1	7	39	123755
Viadukt	(49)	12	8	8	1	2	2	1	83	204658
el. nad.	(2)	4	11	6	11	7	26	2	69	10465
<b>Skupaj</b>	<b>(398)</b>	<b>176</b>	<b>205</b>	<b>170</b>	<b>231</b>	<b>303</b>	<b>353</b>	<b>63</b>	<b>1899</b>	<b>831757</b>

Material	(AC)	HC	G1	G2	R1	R2	R3	RT	Skupaj	Površina v m <sup>2</sup>
Ar. Beton	(240)	149	150	139	186	249	235	37	1385	445257
Jeklo		1	5	3	8	7	15	3	42	4078
J.+les					7	13	29	8	57	3646
Kamen			18	20	16	22	45	12	133	25143
Les					1	2	8	2	13	1693
Predn.	(158)	23	31	8	9	10	16	1	256	331585
Sovpr.		3	1		4		5		13	20353
<b>Skupaj</b>	<b>(398)</b>	<b>176</b>	<b>205</b>	<b>170</b>	<b>231</b>	<b>303</b>	<b>353</b>	<b>63</b>	<b>1899</b>	<b>831755</b>

**Preglednica 1.1:** Cestni objekti po namenu in materialu (število/površina-m<sup>2</sup>) (BCP-DRSC, 2000)

je zanje značilna velika raznovrstnost. To predstavlja za upravljavca, načrtovalce ter graditelje težavo in hkrati izziv. Med omenjenimi objekti najdemo tudi stare kamnite mostove in vzorno zgrajene zidove, ki so kljub starosti v zavidljivem stanju, s čimer dokazujejo visoko kakovostno raven cestnogradnje v preteklosti. Večina objektov, od preprostih pa do tistih, ki so zgrajeni po sodobni tehnologiji, je armirano-betonskih. Nekateri med njimi so dotrajani, drugi nimajo zadostne nosilnosti ali pa glede na lego in širino ne ustrezajo sedanjemu prometu. Take objekte je potrebno temeljito posodobiti, če pa so taki ukrepi preobsežni, jih je treba nadomestiti z novimi. Posebna pozornost velja jeklenim mostovom in viaduktom, katerih večina je prav na državnih cestah.

## 2.2 BANKA PODATKOV CESTNIH OBJEKTOV

Podatki o cestnih objektih so del banke podatkov, ki jo po zakonu vzdržuje in je zanjo zadolžena Direkcija RS za ceste. Gre predvsem za splošne inventarne podatke, tako da je za vsak objekt z razponom nad 5 metrov v bazi okoli petindvajset podatkov. Ostala dokumentacija, skupaj s projekti, je shranjena v trajni obliki.

V zadnjem letu smo inventarne podatke objektov dopolnili s slikami, ki so prenesene na računalniški medij. Trenutno ima vsak objekt dve sliki, dopuščena pa je tudi možnost dodajanja slik pomembnih detajlov. Prva slika prikazuje panoramski pogled ter odkriva glavne tehnične podatke in umeščenost objekta v bližnjo okolico, druga pa je posneta vzdolž objekta in kaže prometne pogoje na njem.

## 3. SPREMLJANJE STANJA CESTNIH OBJEKTOV

Objekte vsaki dve leti pregleda pooblaščen institucija, ki te preglede izvaja za Direkcijo RS za ceste. Zapisniki rednih pregledov so shranjeni v bazi podatkov, zato imamo na voljo celovito informacijo o pregledih in

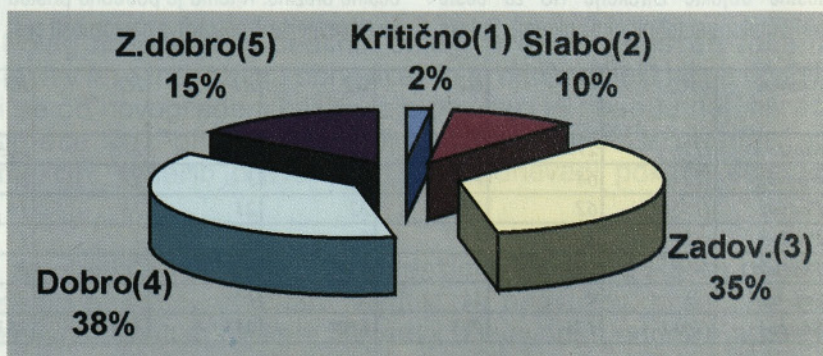
evidentiranih poškodbah v preteklosti. Strokovnjaki iz ZAG - Zavoda za gradbeništvo Slovenije iz Ljubljane so že večkrat podrobno predstavili metodologijo pregledov. Sedanji način popisa poškodb je v grobem podoben in primerljiv z nemškim sistemom zajema poškodb [RI EBW PRÜF, 1994]. Banka podatkov omogoča pregled nad zgodovino nastajanja in širjenja poškodb na objektih.

Sistem ocenjevanja poškodovanosti objektov (stopnja ali rating poškodovanosti) je zasnovan na temelju avstrijskega pristopa [Wicke, 1987], ki pa je prilagojen našim potrebam, posodobljen in ustrezno računalniško podprt [Žnidarič, 1995]. Sistem ocenjevanja objektov na podlagi ugotovljenih poškodb in posledično uvrščanje v posamezne kakovostne skupine je tako pri nas kot tudi v tujini predmet nenehnega razvoja in usklajevanja. Enoten način popisa poškodb in z njim povezano določanje ratinga poškodovanosti pomeni v primerjavi z opisnim podajanjem poškodb in enostavno osebno oceno pregledovalca pomemben korak naprej [Žnidarič, 1998].

odmerjenih sredstev so rednega vzdrževanja deležni le mostovi in viadukti, zidovi in geotehnični objekti pa so pri tem praviloma prezrti. Nase navadno opozorijo šele z zrušitvijo in zaporo ceste [Čepon, 1999].

Za večja popravila mostov (t.i. adaptacija objekta [SODOC, 1997]), denimo popravila hidroizolacije in prehodnih konstrukcij (dilatacij), naprav za odvodnjavanje, zamenjava dotrajanih ograj in podobno, je potrebno angažirati specializirane ekipe. Številnih del se zaradi zahtevne tehnologije ne da izvesti nemudoma so urgentne zamenjave in popravila dilatacij na večjih objektih, ki zaradi učvrstitve jeklenih delov v betonu pogosto zahtevajo delno prometno zaporo, kar je za uporabnike cest precej moteče. Takih nenadnih dogodkov na dotrajanih objektih ni malo, vsi pa potrjujejo pravilo, da se lahko nepotrebni prometni zaporam izognemo le ob ustrezni izvedbi ter kakovosti vgrajene opreme.

Že bežen pregled cestnih objektov razkrije, da je rednemu vzdrževanju cestnih objektov



Graf 3.1: Pregled ocen cestnih objektov Direkcije RS za ceste

## 4. REDNO VZDRŽEVANJE CESTNIH OBJEKTOV

Redno vzdrževanje cestnih objektov opredeljuje pravilnik o vrstah vzdrževalnih del na javnih cestah in nivoju rednega vzdrževanja javnih cest. Zaradi skopo

namenjeno premalo finančnih sredstev, čeprav je znano, da ti s poškodovano opremo ali dotrajano hidroizolacijo ne morejo dalj časa kljubovati fizičnim in kemičnim dejavnikom (soljenje, zmrzovanje) ter propadanju osnovnih materialov (korozija, karbonatizacija, kloridi). Pomanjkljivo vzdrževanje zato



pomeni nadaljnje slabšanje stanja cestnih objektov in večji obseg ukrepov tedaj, ko se jim ni več mogoče izogniti.

## 5. OBNOVITEV CESTNIH OBJEKTOV

### 5.1 IZHODIŠČA

Pri obnovitvi objektov imamo opravka z dotrajanimi in poškodovanimi objekti, katerih pravo stanje se ponavadi pokaže šele po začetku gradbenih del. Zaradi specifičnih razmer, ki se od objekta do objekta bistveno razlikujejo, gradbenih ukrepov ni mogoče poenotiti. Načrtovanje in izvajanje takih del pogosto zahteva izkušene strokovnjake, poleg tega pa gradbena dela potekajo ob tekočem prometu in zahtevajo preišljene posege v nosilno konstrukcijo.

Pri načrtovanju obnovitev in novogradenj cestnih objektov dosledno upoštevamo vsa sprejeta načela o kakovosti in trajnosti gradbenih konstrukcij, zato pri omenjenih delih sodelujejo le najboljši strokovnjaki in podjetja. Pri projektiranju ter gradnji upoštevamo sprejeta načela iz bodočih tehničnih specifikacij SODOC [SODOC, 1997]. Te dokumente je pripravil krog strokovnjakov, ki so dejavni na področju načrtovanja, gradnje ter obnavljanja cestnih objektov. Če sledimo natančneje opredeljenemu pojmu obnovitve objekta, vidimo, da ta obsega sanacije (posegi na lokalno dotrajanih nosilnih delih), rekonstrukcije (obsežnejši posegi ali zamenjava vitalnih delov konstrukcije) in ojačitve (obsežnejša dela zaradi spremembe namena ali koristne obtežbe) [Pržulj, 1996].

Izkušnje, ki smo si jih nabrali ob številnih obnovitvah cestnih objektov, vedno znova potrjujejo pravilo, da morajo biti objekti ob gradnji zasnovani tako, da ima spodnja podporna konstrukcija (temelji, podpore, stebri) najdaljšo življenjsko dobo. Tej sledi nosilna razporna konstrukcija, najkrajšo življenjsko dobo pa imajo tisti deli objekta, ki so neposredno izpostavljeni prometnim dejavnikom. Če so bili objekti načrtovani in

zgrajeni v skladu z omenjenimi spoznanji, so njihove obnovitve gospodarne in tudi njihov obseg je mogoče načrtovati vnaprej.

### 5.2 PREDNOSTNA RAZVRSTITEV CESTNIH OBJEKTOV, POTREBNIH OBNOVITVE

Direkcija RS za ceste na podlagi tehtne strokovne presoje za nekaj let vnaprej oblikuje prednostni seznam objektov, ki so potrebni obnovitve. Najpomembnejšo vlogo pri odločanju imata splošna ocena objekta, izhajajoča iz rednih pregledov, ter strokovna ocena upravljavca. V posebnih primerih se upoštevata tudi ovrednotena nosilnost oziroma varnost ter ocenjena preostala življenjska doba objekta. Obe oceni je možno pridobiti na podlagi detajlnega pregleda konstrukcije, preiskav osnovnih materialov ter privzetih modelov propadanja teh materialov. Metoda je bila že večkrat podrobneje predstavljena in uporabljena v praksi za strokovno presojo [Žnidarič, 1995].

Vsako leto so za obnovitev najprej na vrsti objekti, ki so bili poškodovani ob elementarnih dogodkih. Ponavadi se ob visokih

vodah porušijo slabo temeljene podpore ali oporniki, vse ostalo pa je zgolj posledica omenjenih poškodb. Takšne objekte nadomestimo z novimi.

Za objekte, ki so v slabem stanju, vendar jih v okviru razpoložljivih sredstev ni možno sproti obnavljati, uvedemo omejitve nosilnosti, kar pa uporabnikom cest povzroči nemalo težav. Takšni objekti onemogočajo odvijanje težkega tovornega prometa, zato mora upravljavec trdno utemeljiti upravičenost take omejitve. Potrebno se je zavedati, da predstavlja omejitev nosilnosti le kratkoročno rešitev. Takšnemu ukrepu navadno hitro sledijo ostre zahteve uporabnikov po čimprejšnji ureditvi objekta, kar mu prinese visoko mesto na prednostnem seznamu obnovitev.

Posebej zahtevne so obnovitve, ki jih ni mogoče izvesti ob delni, temveč le ob popolni zaporu prometa. V takšnih primerih je potrebno pripraviti obvozno pot, kar pa ima za posledico dodatno ureditev cest in ojačitev pripadajočih objektov, ki so posledično tudi uvrščeni na prednostni seznam. Zaradi vsega naštetega se upravljavec pogosto raje odloči za obnovitvena dela na objektu, ki dovoljujejo



**Slika 5.1:** Montažni jekleni most MABEY-JOHNSON (COMPACT 200) služi za obvoz med gradnjo mostu na cesti G2-106/264

zasilni promet. V zadnjem času uporabljamo za zagotovitev obvozov tudi montažne jeklene mostove (slika 5.1) angleškega proizvajalca MABEY-JOHNSON (COMPACT 200 DSHR2+ z razponom do 40 metrov), ki odlično rabijo svojemu namenu [Čepon, 1999].

Pri odločanju o tem, kateri od dveh podobno pomembnih objektov ima prednost pri obnovitvi, so najpomembnejša merila obseg prometa, pomen obeh objektov ter velikost gospodarskega zaledja, ki ga pokriva. Prednost ima objekt, prek katerega se odvija večji delež tovornega prometa. V nobenem primeru se ne sme zgoditi, da bi določen gospodarski predel izgubil možnost prometne priključitve na širše državno cestno omrežje.

Upravlavec objektov se pri vsaki obnovitvi sooči z vprašanjem, katere objekte naj vzdržuje, katere koreniteje obnovi in katere povsem nadomesti. Določitev gospodarnih in pravočasnih ukrepov je zahtevna naloga in ostaja prepuščena upravljavcu objektov, ki se po svojih tehničnih zmožnostih odloča v skladu z razpoložljivimi sredstvi.

V zadnjem času so prizadevanja Direkcije RS za ceste usmerjena tudi v pridobitev manjkajočih programskih orodij in bi znala upoštevati navedene kriterije, ki bi dodatno vključila še modeliranje propadanja materialov ter na podlagi analize napovedala posledice, če se obnove odloži na kasnejši čas.

### 5.3 PRIPRAVA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE, ODDAJA GRADBENIH DEL

Priprava projektne dokumentacije se prične s projektno nalogo, ki vsebuje vse potrebne podatke o objektu in nivoju obdelave naročenega projekta. Na splošno velja, da je projekt ceste podlaga za projekt objekta. V projektni nalogi, ki je potrjena s strani naročnika, je določen obseg predhodnih

študij, geoloških raziskav, raziskav materialov, navedeni pa so tudi ustrezni predpisi, rok izdelave ter posebne zahteve. Pristojne službe naročnika vse projekte pregledajo in potrdijo na revizijskem postopku. Projekte pretehtajo in ocenijo z različnih vidikov, tako da so sprejete rešitve čimbolj gospodarne, tehnično brezhibne in v skladu z zakonodajo, ter da zagotavljajo ustrezno uporabnost in trajnost objekta. Pri obnovitvah se ponavadi ne projektira različnih tehničnih rešitev, lahko pa se v postopku potrjevanja ugotovi, da je projektno rešitev zaradi omejenih finančnih sredstev potrebno spremeniti.

Pri geotehničnih objektih se začne priprava projekta z obsežnejšimi geološkimi in geomehanskimi raziskavami ter nadaljuje s projektom gradbenega ukrepa. Pomembno je, da je obseg predhodnih raziskav zadosten, da med gradnjo ne pride do neljubih presenečenj in večjega obsega pogodbenih del. Pri večjih posegih je pred projektno dokumentacijo potrebno izdelati tudi investicijsko dokumentacijo in odkupiti zemljišča. Kasneje pride na vrsto še pridobitev upravnih dovoljenj za gradnjo ali obnove.

Oddaja gradbenih del poteka po predpisanih postopkih v skladu z zakonom o javnih

naročilih. Osnova za razpis je revidirana projektna dokumentacija, izdelana do izvedbenega nivoja. V ožji izbor pridejo izvajalci, ki so se že izkazali pri podobnih delih na cestnih objektih in izpolnjujejo vse finančne pogoje razpisa. Po koncu gradbenih del sledita še tehnični pregled in predaja cestnega objekta vzdrževalcu ceste.

## 6. PRIMERI ZNAČILNIH GRADENJ IN OBNOVITEV

Med številnimi vsakoletnimi obnovitvami smo izbrali primere, ki nazorno kažejo običajne pristope za posamezne vrste objektov. Zaradi odmerjenega prostora so tehnične rešitve izbranih primerov opisane le na kratko.

### 6.1 KAMNITI MOSTOVI - MOST ČEZ SOČO PRI TOLMINU

Stari obokani mostovi niso bili zgrajeni za sodobni promet, zato jih je potrebno ojačiti, samo vozišče pa ustrezno razširiti. Izvajalec ponavadi na nasutju nad oboki izdelava betonsko ploščo, ki zadošča sedanjemu profilu ceste, oboke injektira, ojači čelni



**Slika 5.2:** Taborski most čez Kokro na cesti R1-210/1106; (Proj.: PPK Kranj, Izv. del: CMC Ce. - 2000; vrednost del: 170 mio SIT)

steni ter ju med seboj poveže s sidri. Ponavadi solidni oboki pod zbitim nasutjem brez težav prevzamejo dodatno obremenitev plošče. Spomeniško-varstvene službe žal velikokrat ne dovolijo ojačitvenih ukrepov in razširitve starih mostov, zato ti ne morejo popolnoma zaživeti v svoji novi vlogi.

Obnovev skoraj 100 metrov dolgega mostu čez Sočo pri Tolminu (slika 6.1), ki ga sestavlja več zaporednih obokov, je bila izvedena v letu 1997 [Gradnik, 1995]. Gradbena dela so ob popolni zapor

prometa ter v okviru razpoložljivih sredstev in gospodarnosti vključevala le posege na obokih in razširitev mostu. Jeseni leta 1999 je bila Direkcija RS za ceste obveščena, da se je struga Soče v preteklih letih zaradi prevelikega odvzema prodnih nanosov pod mostom znižala ter pričela izpodjedati temelja dveh opornikov. Obseg poškodb je zahteval takojšnje ukrepanje, na srečo pa reka še ni načela temeljev do te stopnje, da bi bile poškodbe kritične. Dela so potekala med zimo, ko je vodostaj najnižji in je bilo možno preusmeriti tok reke. Izvajalec je ob

straneh izpodjedenih opornikov uvrstal dva pilota in na njiju zgradil betonsko gredo, ki je objela spodnji del opornika ter obtežbo zopet prenesla na trdno podlago [Krajnc, 1999].

## 6.2 BETONSKI MOSTOVI

Ojačitve armiranobetonskih objektov v okviru obnovitvenih del se izvajajo z zmanjšanjem statičnega vpliva v najbolj obremenjenih prerezi (sprememba statičnega sistema), s povečanjem betonskega prereza (dobetoniranje voziščne plošče), z dodajanjem armature (jeklene lamele ali lamele iz karbonskih vlaken) ali z vnašanjem tlačnih napetosti v betonski prerez (dodani kabli). Način ojačitve se izbere glede na gospodarnost ukrepov ter možnost izvedbe v danih okoliščinah [Pržulj, 1996].

### 6.2.1 Most čez Savo Bohinjko pri Bledu

Zaradi dotrajanosti ločnega mostu in slabih prometnih razmer na njem je bilo potrebno razširiti vozišče ter pridobiti dodatni prostor za kolesarje in pešce. Razširitev mostu je poleg dobetonirane betonske voziščne plošče zahtevala tudi ojačitev dveh vzdolžnih nosilcev pod ploščo ter nekatera dela na betonskem poligonalnem loku (slika 6.2). Nosilca sta bila ojačena s karbonskimi lamelami. Lepljenje lamel na betonsko površino je skrbno nadzoroval pooblaščen dobavitelj materiala. Izvajalec je kasneje ojačil tudi tla okoli temeljev stranskih podpor in zaščutil strugo pod mostom. Betoniranje voziščne plošče je potekalo v dveh delih, tako da je bil most med gradnjo ves čas odprt za promet [Krajnc, 1999].

### 6.2.2 Most čez Savo v Krškem

Na most v Krškem, ki je bil zgrajen leta 1967, je priključen tudi nadvoz čez železniško progo (zgrajen 1976). Oba objekta skupaj predstavljata pomembno prometno povezavo v Krškem (slika 6.3).



**Slika 6.1:** Most čez Sočo pri Tolminu na cesti G2-102/1039 (Izv. del: GP Primorje Ajd. - 1996, CP Nova gorica - 2000; vrednost del: 100 mio SIT)



**Slika 6.2:** Most čez Savo pri Bledu na cesti R1-209/1088 (Izv. del: SCT Lj. - 1999; vrednost del: 100 mio SIT)

Zaradi priključitve mostu na križišče je obnovev vključevala razširitev celotnega mostu z dobetoniranjem nove voziščne plošče, ki z vrhnje strani pokriva in zapira dvojni škatlasti prečni prerez mostu. V razpanska polja mostu je izvajalec dodal armaturo, na nadvozu čez železniško progo pa dobetoniral voziščno ploščo. Ko se je ob zaključku gradbenih del izkazalo, da bodo čez most prepeljali uparjalnik za NEK, je izvajalec objekt dodatno ojačil z vgrajenimi prečniki, ki so povezali obe mostni škatli in zagotovili boljše medsebojno sodelovanje celotne razpanske konstrukcije mostu. Dodatno so vgradili tudi betonske in jeklene podpore pod priključnima mostnima ploščama na obeh straneh Save. Znotraj betonskega škatlastega prereza pa so prek prečnikov vgradili vzdolžna kabla [Krajnc, 1999].

### 6.3 PREDORI, ZAŠČITNE GALERIJE – CESTNA GALERIJA BEREBCICA V DOLINI TRENTE

Leta 1993 je del regionalne ceste v Trenti zasul kamniti podor s pobočja Berebice. Poleti 1998 se je podor ponovno sprožil. Strokovnjaki so skrbno preučili različne tehnične možnosti za prečkanje nevarnega odseka - od izgradnje predora pod podorom, izdelave cestne galerije in odminiranja labilnih blokov, do premika ceste na drugi breg Soče. Med vsemi možnostmi se je kot najugodnejša izkazala cestna galerija, ko bo na dolžini 260 metrov ščitila cesto pred nadaljnjim krušenjem pobočja (slika 6.4). Sledila je izdelava projekta in pridobitev potrebnih dovoljenj. Dela se sedaj izvajajo ob ustreznem varovanju gradbišča [Ačanski, 1997].

### 6.4 SOVPREŽNI IN JEKLENI MOSTOVI – MOST ČEZ LJUBLJANICO NA VRHNIKI

Dotrajan most čez Ljubljano je predstavljal veliko oviro v prometu. Nanj je



**Slika 6.3:** Most čez Savo in nadvoz nad železnico v Krškem na cesti R1-220/1334 (Izv. del: GP Gradis Lj. - 1999; vrednost del: 350 mio SIT)



**Slika 6.4:** Galerija Berebica za zaščito ceste v Trenti na R1-206/1029 (Izv. del: Gradis NG Mb. - 2000; vrednost del: 500 mio SIT)

vezan težji tovorni promet iz večjega kamnoloma v bližini in iz južnega zaledja ljubljanske kotline. Zaradi kritičnega stanja mostu je bilo potrebno uvesti omejitve nosilnosti, hkrati pa je bil naročen projekt rehabilitacije, ki je predvideval ojačitev obstoječih jeklenih nosilcev ter razširitev mostne plošče na dveh dodatnih nosilcih ob straneh. Kmalu se je izkazalo, da je gospodarnejša zamenjava celotne zgornje konstrukcije, zato je bilo potrebno projekt predelati za novo sovprežno mostno ploščo (slika 6.5). Izvajalec je najprej porušil prvo

polovico mostu, izdelal del betonskih podpornih gred na opornikih, nanje položil jeklene vzdolžne nosilce in navaril strižne čepe. Sledila je izdelava prve polovice sovprežne plošče, nato pa dela na drugi strani mostu. Kamniti oporniki so bili injektirani. Med gradnjo se je promet dnevno prilagajal tehnologiji in poteku del. Pred začetkom del so za tovorna vozila poglobili bližnji železniški podvoz. Stroški za omenjeni poseg so bili vključeni v stroške obnove mostu [Gruden, 1997].



**Slika 6.5:** Most čez Ljubljanico na Vrhniki na cesti R3-642/1146  
(Izv. del: GP Gradis Lj. - 1998; vrednost del: 70 mio SIT)

## 6.5 LESENI MOSTOVI

Leseni mostovi zahtevajo pogosta vzdrževalna dela, ki obsegajo predvsem zamenjavo voziščne podla in utrditev podpor pod mostom. Ti mostovi so izredno

občutljivi za dogajanja ob elementarnih dogodkih, ko naplavine zapro pretočni profil deročih vodotokov. Dotrajane lesene mostove običajno nadomestijo betonski mostovi, hkrati pa se popravijo tudi elementi ceste.

## 7. UTRJEVANJE POŠKODOVANIH CEST Z GEOTEHNIČNIMI UKREPI

Veliko državnih cest poteka prek strmih pobočij ali po ozkih skalnih dolinah ob vodotokih. Vsakoletna neurja poškodujejo veliko takih cest, od katerih jih nekaj ostane neprevoznih. Ukrepi za ponovno prevoznost teh cest so zahtevni in dragi. Veliko cestnih odsekov je potrebno utrditi z geotehničnimi ukrepi, ki zagotovijo ustrezno oporo ter zaščito pred plazanjem in izpodjedanjem, ali pa preprečijo nadaljnje krušenje brežin.

### 7.1 VEČJE PILOTNE STENE IN ZIDOVI ZA ZAŠČITO CEST – SANACIJA PLAZU NA CESTI PRI KNEŽI

Gradnja pilotnih sten pride v poštev takrat, kadar gre za večja plazovita območja ob cesti, ali pa je trdna podlaga pregloboko, da



**Slika 7.1:** Pilotna stena pri sanaciji plazu Kneža na cesti R2-403/1072  
(Izv. del: VGP Soča Ng. - 2000; vrednost del: 120 mio SIT)

bi bilo na njej mogoče izvesti temeljenje zidov, oziroma drugače ni možno izvesti gradbenih posegov znotraj cestnega sveta. Izvajalec betonske pilote ponavadi uvrta v eni ali dveh vrstah, izvede betonsko povezovalno gredo nad njimi ter konzolno steno, ki podpira cestni nasip. Glede na velikost zalednih pritiskov pilote vpnejo v podlago (konzolne stene) ali pa jih poševno sidrajo v višini grede s sidri do trdne podlage (sidrane stene). V primeru manjših posegov pridejo v poštev tudi mikropiloti. Sicer pa so gotovo cenejši običajni oporni in podporni zidovi, če se le dajo temeljiti v trdno podlago. Med gradnjo se redno pojavljajo težave s širokimi odkopi, ki kljub izvajanju v delovnih taktih ogrožajo promet prek gradbišča. Velikokrat je potrebno nadomestne zidove zgraditi ob zunanji strani starih in jih sidrati v trdno podlago. Na območju novozgrajenih zidov je še posebej pomembna ustrezna ureditev odvodnjavanja.

Pilotna stena pri Kneži v Baški grapi je zgrajena iz 32 zaporedno uvrtnih betonskih pilotov s premerom 125 cm, na skupni dolžini 100 metrov (slika 7.1). Cesta je bila na tem mestu donedavna povsem razpokana in na daljšem odseku vdrtja za 2 metra, kar je bila posledica plazu, ki je prizadel širše območje ceste. Piloti so uvrtni skozi zameljen zaglinjen grušč in peščeno glino z gruščem vse do kompaktne dolomitne osnove na globini 17 metrov. Na višini pilotne grede je stena s 30 metrov dolgimi trajnimi sidri, poševno sidrani v trdno podlago. Konzolna stena, ki je zgrajena na pilotni gredi, podpira s strani cestni nasip nove ceste. Izvajalec je zgradil tudi prepust skozi pilotno steno ter zaščitil načete brežine na območju posega. Med gradnjo je promet tekkel po stari cesti v vznožju pilotne stene [Saviozzi, 1999].

## 8. PREVOZI IZREDNIH TEŽ PREK OBJEKTOV DIREKCIJE RS ZA CESTE

Zaradi potreb gospodarstva je na slovenskih cestah vsako leto več prevozov težkih tovorov. Pogoji za pridobitev dovoljenja za

izredni prevoz je, da ta varno preči objekte na izbrani poti in da trajno ne poškoduje objektov. Pristojna služba zahteva, da se s statičnimi presojami predhodno preveri nosilnost objektov na izbrani poti in vpliv izrednega tovora na bodočo uporabnost ter trajnost objektov. V statičnih presojah se primerjajo notranje statične veličine zaradi izrednega prevoza z vrednostmi iz prvotnih projektov. Na državnih cestah je kar nekaj objektov, ki so bili projektirani po starih jugoslovanskih predpisih za obtežbo mostov (po PTP5), nedavno zgrajeni objekti (po DIN 1072) pa brez večjih težav prenesejo zmerno prekoračitev tež, če tovor prevažajo ustrezna vozila. Dovoljenje za prevoz najtežjih tovorov, ko je potrebno posamezne objekte dodatno ojačiti, se izda šele po tehničnem prevzemu ojačitvenih del. V takih primerih je predpisano tudi opazovanje objektov, ki vključuje kartiranje obstoječih razpok pred in po prevozu ter kontrolo povosov med prevozom in primerjavo s pričakovanimi vrednostmi. V tujini so na razpolago različna programska orodja [Despot, 1999], ki omogočajo hitro izbiro prevozne poti izrednega prevoza. Podatki o objektih so privzeti iz baze podatkov za objekte in uporabljeni poenostavljeni računski modeli za presojo nosilnosti.

## 9. PRIČETEK PRIPRAVE RAČUNALNIŠKO PODPRTEGA SISTEMA ZA GOSPODARJENJE S CESTNIMI OBJEKTI

V zadnjem času je Direkcija RS za ceste pričela izvajati več aktivnosti, ki naj bi v prihodnje pripeljale do uporabnega BMS sistema za gospodarjenje s cestnimi objekti. Ta naj bi prvenstveno rabil za argumentirano podporo v prizadevanju za pridobivanje finančnih sredstev za cestne objekte ter njihovo kasnejšo gospodarno razdelitev in angažiranje gradbenih zmogljivosti za daljši časovni rok.

Za ta namen je bil pred leti Direkciji RS za ceste predstavljen del danskega sistema za gospodarjenje z mostovi BMS - DANBRO

[DANBRO, 1997]. Sistem smo preizkušali na manjšem številu mostov in ugotovili, da predstavljeni del še vedno ne pokriva manjkajočih področij gospodarjenja s cestnimi objekti v naši državi.

Direkcija RS za ceste je letos bazo podatkov o cestnih objektih dopolnila s slikami na računalniškem mediju. Poročila o pregledih objektov bodo dodatno opremljena s popisom obsega del iz seznama vnaprej predlaganih najnujnejših vzdrževalnih del. To naj bi bila osnova za vrednotenje ukrepov rednega vzdrževanja v prihodnjem sistemu gospodarjenja s cestnimi objekti. Obnovitve objektov bodo v sistem vključene postopno v naslednjih letih.

## 10. SKLEP

Času in vedno težjemu cestnemu prometu lahko kljubujejo le trdno in kakovostno zgrajeni cestni objekti, ki so premišljeno zasnovani, imajo ustrezne detajle ter so skladni z okoljem. Nič manj pomembno ni tudi kasnejše gospodarjenje z njimi. Sem spadata redno vzdrževanje in pravočasno obnovitev. V preteklih letih so si vsi tisti, ki sodelujejo pri posegih na poškodovanih in dotrajanih objektih, nabrali dovolj izkušenj, da bodo lahko tudi v prihodnje uspešno načrtovali in izvajali obnovitve objektov Direkcije RS za ceste. Tudi tistih, ki so zgrajeni po sodobnih tehnologijah in na katerih se že kažejo posledice intenzivne uporabe v ostrih pogojih agresivnega okolja in prometa.

## LITERATURA

Ačanski V., PZI »Galerija Berebica na cesti R302/1929 Trenta - Bovec, od km 7.300 do km 8.100«, št. proj. 3330, GRADIS-Biro za projektiranje Maribor d.o.o., DRSC, 1997

BCP - Banka cestnih podatkov, DRSC, 2000

Čepon M., »Schaden an der inneren Tunnelverkleidung und Erneuerung des slowenischen Teils des Loibltunnels«, BWMA-Brückenmanagement, Imst, Avstrija, 1999

Čepon M., »Zahtevne vzpostavitev prevoznosti preko poškodovanih cestnih odsekov in objektov«, Cestarski dnevi 99, Murska Sobota, 1999

DANBRO-BMS System, Road Directorate, Ministry of Transport, Denmark, 1997

Despot Z., Hajdin R., Grob J.: »Truck-Bridge Rating Software«, Dr. J. Grob-Partner AG, 1999

Gradnik L., PZI »Most čez Sočo v Tolminu, št. proj. 14/027, PNZ, Ljubljana, DRSC, 1995

Gruden G., PZI »Rekonstrukcija mostu čez Ljubljanico na Vrhniki na cesti R324«, št. proj. P- 22661, IMK, DRSC, 1997

Krajnc M., PZI »Sanacija mostu čez Savo Dolinko pri Šobcu na R1-209/1088 v km 1.840«, št. proj. 56/99, ISB d.o.o. Maribor, DRSC, 1999

Krajnc M., PZI »Most čez Savo in železnico v Krškem na cesti R1-220/1334, km 0.0 - 0.360«, št. proj. 2/97, ISB d.o.o. Maribor., DRSC, 1999

Krajnc M., PZI »Most čez Sočo v km 7.200 pri Peršetu - sanacija temeljev rečnih podpor«, št. proj. 84/00, ISB d.o.o., Maribor, DRSC, 2000

Pržulj M., »Strategija rehabilitacije premostitvenih objektov«, 3. Slov. kongres o cestah in prometu, Bled, 1996

RI-EBW-PRÜF, Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076«, Verkehrsblatt-Verlag, 1994

Saviozzi M., PZI »Sanacija plazu na R2-403/1072 Kneža-Podbrdo v km 1.850«, št. proj. 92/99, OZZING d.o.o. Trbovlje, DRSC, 1999

SODOC, Smernice, oprema in detajli za objekte na cestah, MPZ, 1997

Wicke M., »Verfahren zur Vorhersage des Umfanges von Brückensanierungen«, Strassenforschung, Heft 338, Wien, 1987

Žnidarič J. et al., »Condition rating methods for concrete structures«, ZAG, 1998

Žnidarič J., Peruš I., »Condition rating methods for concrete structures, Deteriation, Categorisation and Priority ranking«, CEB Bull. d' Information N243

Žnidarič A., »Weight in motion in the Process of Bridge Safety Assessment«, Proceedings for OECD/RTRP, Ljubljana, 1995

# RAČUNALNIŠKO KONSTRUIRANJE JEKLENIH KONSTRUKCIJ

## CAD OF STEEL STRUCTURES

STROKOVNI ČLANEK

UDK 624.014.2 : 681.3.06

TOMAŽ ŠTRANCAR, KAREL ŠTIGLIC

### POVZETEK

V članku so predstavljeni trije inženirski objekti, pri katerih so bile jeklene konstrukcije konstruirane s 3D – programskimi orodji. Opisane so razlike med 2D in 3D programskimi orodji in možnosti njihove bodoče uporabe.

### SUMMARY

Three engineering works, where the steel structures were designed using 3D CAD systems are presented in this paper. Differences between 2D and 3D applications and possibility of usage in the future are described.

#### 1 UVOD

V podjetju ESOTECH smo do leta 1998 pri projektiranju strojnih naprav uporabljali samo 2D risanje s programom AutoCAD. Zaradi povečanja obsega dela zlasti v letu 1999, smo bili prisiljeni k posodobitvi programske opreme z novimi, učinkovitejšimi programi. Vzporedno je potekalo tudi šolanje konstrukterjev. Brez tega koraka si izvedbe zahtevnih projektov, ki so nas čakali, nismo mogli predstavljati. Nadaljevanje šolanja je bilo delo na konkretnih projektih.

V članku je na kratko predstavljeno podjetje ESOTECH d.d., v nadaljevanju pa so opisani trije primeri objektov z jeklenimi konstruk-

cijami. Dva od njih sta že zgrajena, eden pa se gradi. Članek opisuje značilne faze dela z novimi programskimi orodji, na koncu pa vsebuje še predvidevanja avtorjev glede tovrstnega dela v prihodnosti.

#### 2 PREDSTAVITEV PODJETJA ESOTECH

Podjetje ESOTECH d.d. je družba za izvajanje projektov v energetiki in industriji. Dejavnost podjetja se deli na:

- ekološke projekte,
- energetske in tehnološke sisteme ter
- informacijske tehnologije.

Podjetje je organizirano projektno in izvaja

predvsem projekte na ključ. Pri tem dejavnost podjetja ESOTECH obsega:

- idejne rešitve in razvoj aplikacij,
- projektiranje,
- dobavo,
- izvedbo,
- meritve,
- spuščanje v pogon,
- šolanje kadrov in
- vzdrževanje ter servisiranje.

Priložnosti za podjetje se kažejo v:

- prehodu na elektronsko poslovanje,
- ekološki osveščenosti držav v tranziciji in s tem povezani gradnji čistilnih naprav,
- obnovi energetskih sistemov v Sloveniji in evropskih deželah,

#### Avtorja:

Tomaž ŠTRANCAR, univ. dipl. inž. stroj., vodja projektive in razvoja, tomaz.strancar@esotech.si, ESOTECH d.d., Preloška cesta 1, 3320 VELENJE

Karel ŠTIGLIC, univ. dipl. inž. stroj., odgovorni projektant, karel.stiglic@esotech.si, ESOTECH d.d., Preloška cesta 1, 3320 VELENJE



- dolgoročnem poslovnem sodelovanju s slovenskimi znanstvenimi institucijami in
- vstopu Slovenije v EU.

Dolgoročni cilj podjetja je postati prvi izvajalec projektov v energetiki in ekologiji. Podcilj pa je zavzeti vodilni tržni delež na domačem trgu in v bivših jugoslovanskih republikah na področju sistemov za prenos zvoka, slike in podatkov.

### 3 PRIMERI INŽENIRSKIH OBJEKTOV, ZA KATERE SO BILI PROJEKTI JEKLENIH KONSTRUKCIJ IZDELANI RAČUNALNIŠKO

#### 3.1 NAPRAVA ZA RAZŽVEPLANJE ODPADNIH PLINOV

OPIS NAPRAVE (slika 1)

Naprava stoji na lokaciji Rudnika Mežica MPI – Metalurgija, plastika in inženiring d.o.o. in je priključena na bobnaste peči, kjer predelujejo svinec v obliki svinčevih spojin iz izrabljenih svinčevih baterij (akumulatorjev). Dimni plini, kateri vsebujejo veliko  $SO_2$  (maks. 14000 mg/nm<sup>3</sup>) potujejo v vrečasti filter, kjer se očistijo prahu, nato pa vstopajo preko ventilatorja vleka v napravo za razžveplanje dimnih plinov. Neočiščeni dimni plini vstopajo v pralnik (1) nad nivojem suspenzije (7). Suspenzijo, ki je v spodnjem delu pralnika - reaktorju, črpamo z obtočnimi črpalkami (11) v absorpcijski del pralnika, kjer jo razpršujemo s pomočjo šob. Odpadni plini tako tečejo v nasprotnem toku s suspenzijo, ki je razpršena v obliki kapljic. Naloga suspenzije je, da veže  $SO_2$  in druge kisle primesi, ki so v odpadnih plinih, da se torej s kemično reakcijo vežejo v kalcijev sulfat in nato v sulfat – sadro ( $CaSO_4 \cdot x 2H_2O$ ). Da bi čimvečji del sulfita oksidirali v sulfat, se v reakcijsko posodo

pralnika s puhali (10) vpihuje zrak.

Suh kalcit, ki je skladiščen v silosu kalcita (2), dovajamo v pretočna mešalnika, kamor s črpalkami filtrata (12) dovajamo tudi vodo oz. filtrat. Iz pretočnih mešalnikov teče sveža suspenzija apnenca v pralnik.

Suspenzijo iz pralnika črpamo na baterijo hidrociklonov (5), kjer izločamo sadro. V bateriji hidrociklonov, ki je sestavljena iz določenega števila posameznih hidrociklonov, pride suspenzija sadre v zbirno cev, iz nje pa naprej v posamezne ciklone. V posameznih ciklonih se po mehanizmu vztrajnostnega ločevanja v spodnjem delu izloči sadra, filtrat (vodni del suspenzije) pa se izloči v prelivu zgornjega dela hidrociklona. Preliv, ki se izloči v zgornjem delu hidrociklona, steče prek prelivnega cevovoda v rezervoar filtrata (3) ali pa nazaj v pralnik (1).

Sadro, ki se izloči v spodnjem delu hidrociklona (vsebuje ca. 50 % trdnih

Spoštovani!

Slovenski gradbeniki se ponašamo s svojo strokovno-znanstveno revijo »Gradbeni vestnik«, ki izhaja že 50. leto. Kljub vmesnim kriznim obdobjem v slovenskem gradbeništvu, je revija ohranila svojo kvaliteto in naročnike tudi po zaslugi sodelovanja gradbenih podjetij in posameznih strokovnih inštitucij, ki so omogočila izdajanje revije s svojimi vsebinskimi in reklamnimi prispevki.

»Gradbeni vestnik« je revija, s katero predstavljamo slovenski in tuji strokovni javnosti naše znanstvene in strokovne dosežke z vseh področij gradbenišтва, obenem z njo izobražujemo in stanovsko povežujemo kolege, saj je revija tudi člansko glasilo Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (od maja 1998 stalne članice Evropske zveze gradbenih inženirjev – ECCE).

V prizadevanju, da bi enako ponosni prihodnje leto praznovali 50 letnico izhajanja »Gradbenega vestnika«, Vabimo k sodelovanju vsa zainteresirana gradbena podjetja, da revijo podprejo, obogatijo in počastijo s svojimi predstavami in reklamnimi oglasi. Temeljna moč Vašega podjetja so strokovnjaki, njihova moč pa je znanje in dobra informacija!

Za reklamne oglase se priporočamo po naslednjem ceniku:

1/1 barvni oglas na naslovnici	200.000,00 SIT
1/1 črno-beli	100.000,00 SIT
1/2 barvni	100.000,00 SIT
1/2 črno-beli	50.000,00 SIT
1/4 črno-beli	25.000,00 SIT

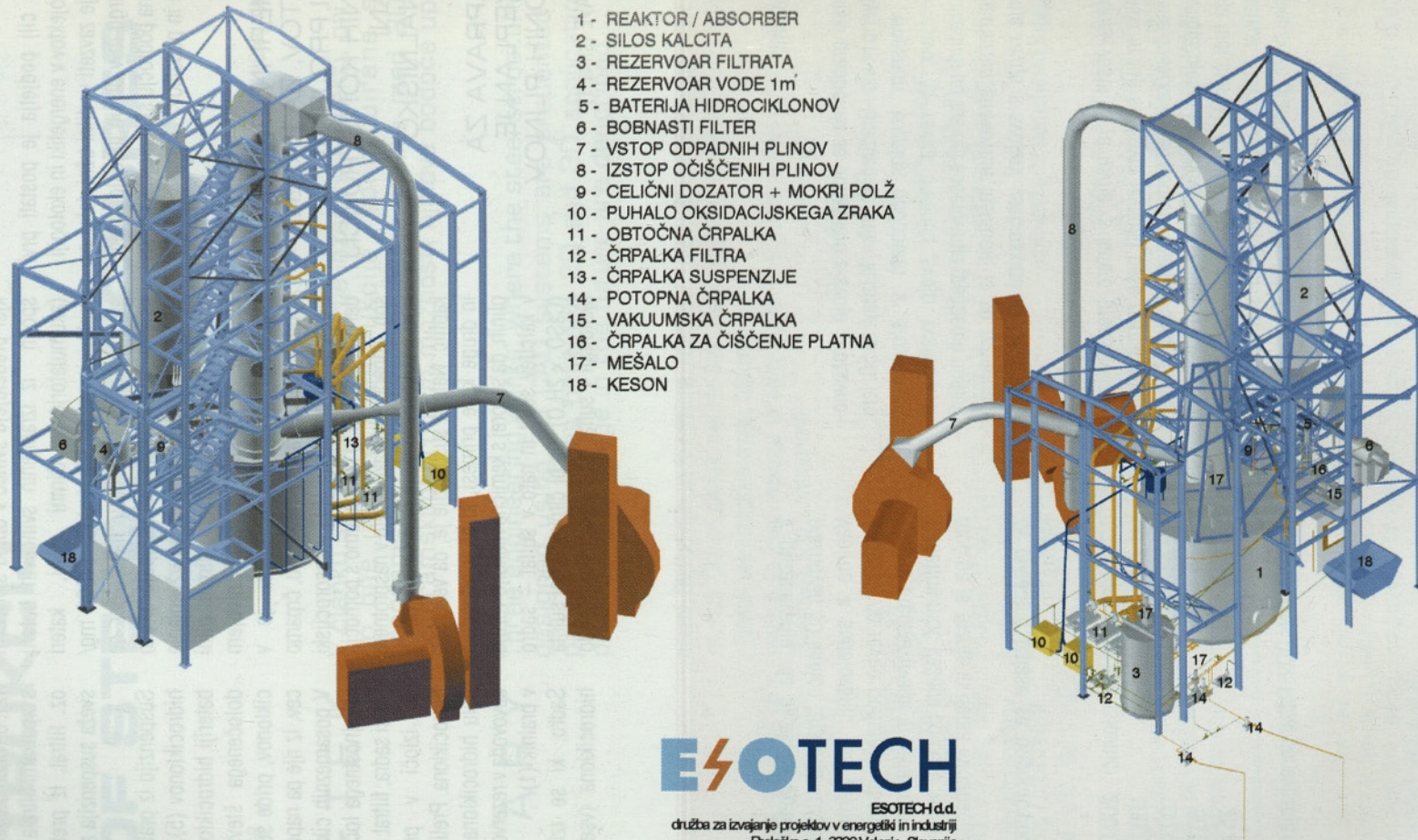
V ceno je všteti DDV. Rabat ponavljanja oglasa znaša 10%.

ZDGITS

# NAPRAVA ZA RAZŽVEPLANJE ODPADNIH PLINOV METALURŠKE PREDELAVE SEKUNDARNIH SVINČENIH SUROVIN

## LEGENDA:

- 1 - REAKTOR / ABSORBER
- 2 - SILOS KALCITA
- 3 - REZERVOAR FILTRATA
- 4 - REZERVOAR VODE 1m<sup>3</sup>
- 5 - BATERIJA HIDROCIKLONOV
- 6 - BOBNASTI FILTER
- 7 - VSTOP ODPADNIH PLINOV
- 8 - IZSTOP OČIŠČENIH PLINOV
- 9 - CELIČNI DOZATOR + MOKRI POLŽ
- 10 - PUHALO OKSIDACIJSKEGA ZRAKA
- 11 - OBTOČNA ČRPALKA
- 12 - ČRPALKA FILTRA
- 13 - ČRPALKA SUSPENZIJE
- 14 - POTOPNA ČRPALKA
- 15 - VAKUUMSKA ČRPALKA
- 16 - ČRPALKA ZA ČIŠČENJE PLATNA
- 17 - MEŠALO
- 18 - KESON



## ESOTECH

ESOTECH d.d.  
družba za izvajanje projektov v energetiki in industriji  
Preloška c. 1, 3320 Velenje, Slovenija



RUDNIK MEŽICA  
MPI - Metalurgija, plastika in inženiring d.o.o.  
Žerjav 79, 2393 Črna na Koroškem



Inženiring za energijo in ekologijo, d.o.o.  
Jamova c. 20, p.p.452, 11111 Ljubljana  
Lole Ribarja 18, 3325 Sočnanj



Inštitut "Jožef Stefan"  
Jamova 39, 1000 Ljubljana

Slika 1: Razžveplalna naprava - pogled na napravo z dveh strani

delcev), vodimo po cevovodu na bobnasti filter (6). Bobnasti filter z vakuumiranjem izloči iz sadre tekoči del, ki se s črpalko (12) črpa nazaj v rezervoar filtrata in se vrača v sistem. Trdni del se v obliki pogače nabira v kesonu (18). V sklopu bobnastega filtra sta še vakuumska črpalka (15) in črpalka za čiščenje filtrskega platna (16).

Očiščeni odpadni plini potujejo nato skozi izločevalnik kapljic. V njem se iz odpadnih plinov izloči večji delež kapljic suspenzije. Na izstopu iz čistilne naprave (8) dobimo očiščene dimne pline s temperaturo nasičenja v pralniku. Ti se v nadaljevanju mešajo z odpadnimi plini z manjšo vsebnostjo  $SO_2$  in se spuščajo v ozračje.

Za primer večjega izlita vode ali v primeru izvajanja remontov imamo na razpolago izpraznilni jami, kamor izpraznimo vsebino iz pralnika in rezervoarja filtrata. S črpalkami (14) nato prečrpamo suspenzijo v pralnik. Delovanje naprave je popolnoma avtomatizirano. Napravo krmili Siemensov krmilnik

SIMATIC S7-300, nadzor in vodenje pa je realizirano s pomočjo sistema z vizualizacijo WinCC proizvajalca Siemens.

#### ZMOGLJIVOST IN UČINEK NAPRAVE (slika 2)

Zmogljivost in učinek naprave sta razvidni iz naslednjih podatkov:

#### VSTOP DIMNIH PLINOV V RAZŽVEPLALNO NAPRAVO

##### Pretok dimnih plinov:

$Q_{pov} = 13.000 \text{ nm}^3/\text{h}$ , vlažen plin,  $0^\circ\text{C}$ , 1013 mbar

$Q_{maks} = 20.000 \text{ nm}^3/\text{h}$ , vlažen plin,  $0^\circ\text{C}$ , 1013 mbar

##### Temperatura plinov:

$T_{pov} = 90^\circ\text{C}$

$T_{maks} = 150^\circ\text{C}$

##### Koncentracija $SO_2$ :

$C(SO_2)_{maks} = 14.000 \text{ mg}/\text{nm}^3$ , suh

$C(SO_2)_{pov} = 4500 \text{ mg}/\text{nm}^3$ , suh

#### IZSTOP DIMNIH PLINOV IZ RAZŽVEPLALNE NAPRAVE

##### Temperatura plinov:

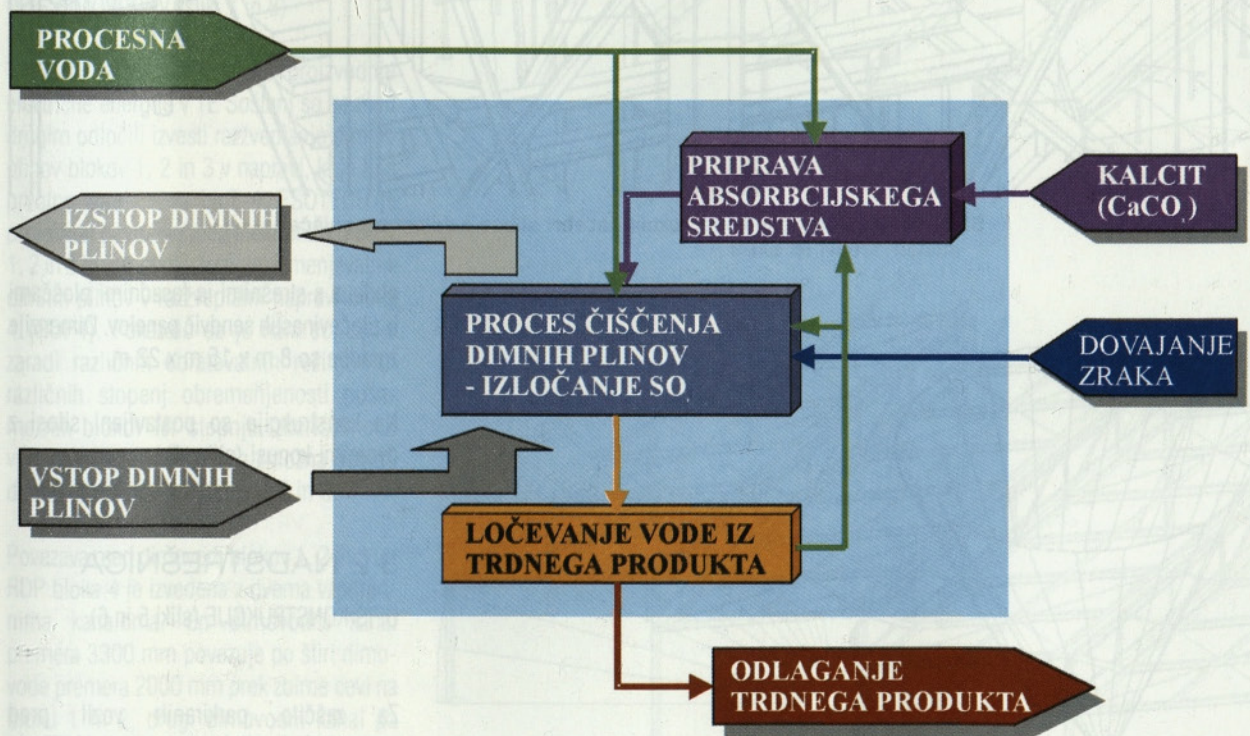
$T = 35\text{--}58^\circ\text{C}$

##### Koncentracija $SO_2$ :

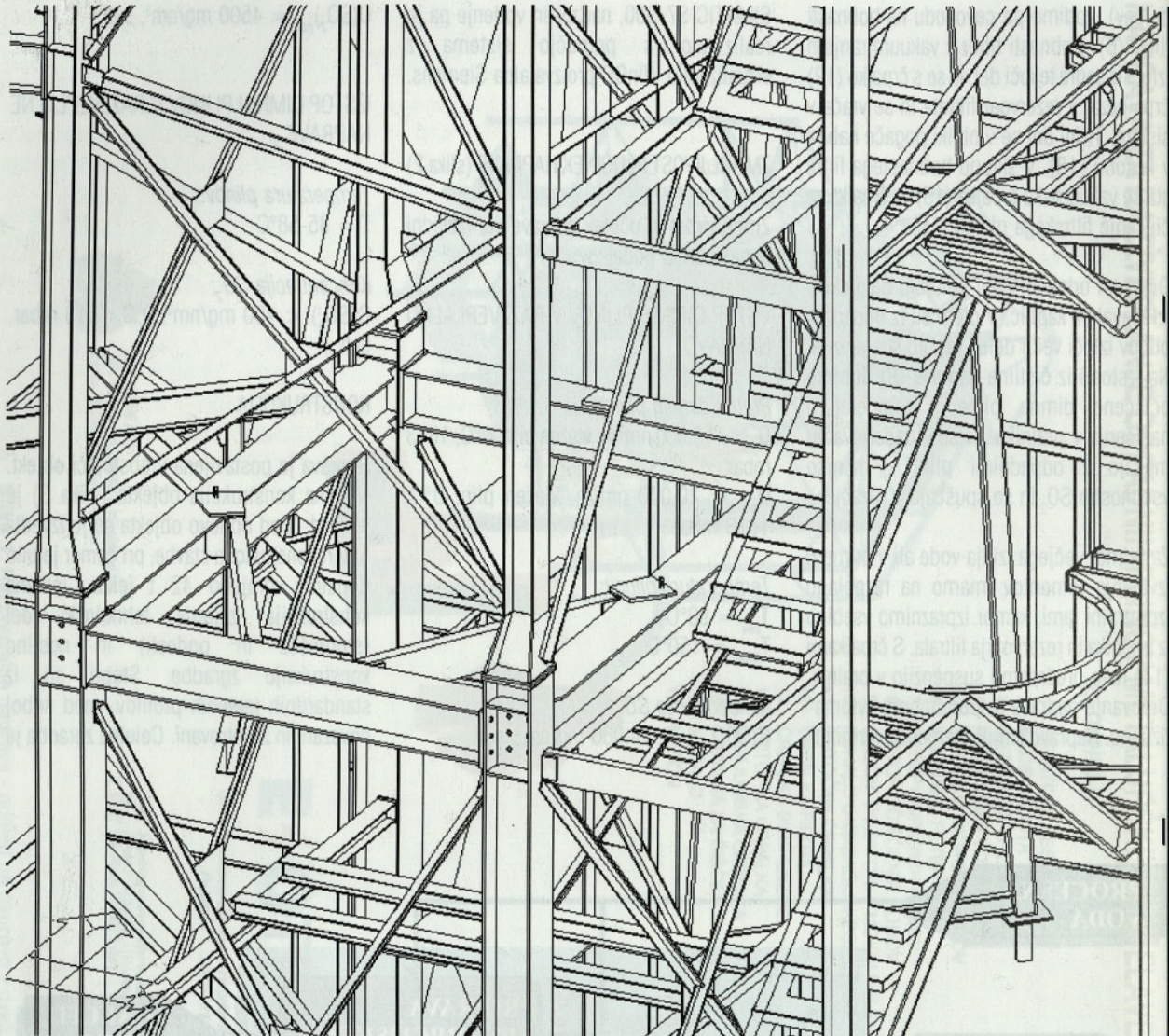
$C(SO_2) < 400 \text{ mg}/\text{nm}^3$ ,  $0^\circ\text{C}$ , 1013 mbar, suh

#### KONSTRUKCIJA

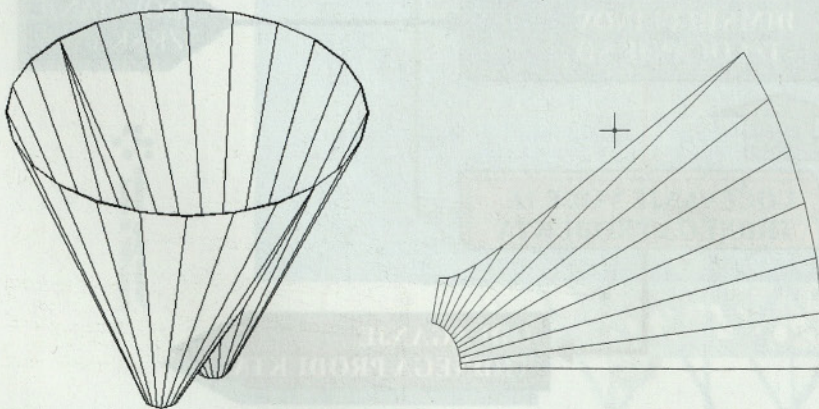
Naprava je postavljena v obstoječi objekt. Nosilna konstrukcija objekta (slika 3) je jeklena. Med obnovo objekta se je izvedla tudi rekonstrukcija stavbe, pri čemer je bilo dodatno vgrajeno 42 t jekla. Jeklena konstrukcija zajema tehnološki del (stopnišče in podesti) in nosilno konstrukcijo zgradbe. Stebri so iz standardnih jeklenih profilov, med seboj povezani in zavetrovani. Celotna zgradba je



Slika 2: Shema delovanja razžveplalne naprave



**Slika 3:** Detajl jeklene konstrukcije (stebri silosa z delom stopnišča)



**Slika 4:** Detajl dvojnega konusa silosa z razvojem plašča narejen v 3D-PIPE

obdana s strešnimi in fasadnimi ploščami iz pločevinastih sendvič panelov. Dimenzije zgradbe so 8 m x 15 m x 22 m.

Na konstrukcijo so postavljeni silosi z dvojnimi konusi (slika 4).

### 3.2 NADSTREŠNICA

OPIS KONSTRUKCIJE (sliki 5 in 6)

Za zaščito parkiranih vozil pred vremenskimi vplivi na novem parkirišču je bila izvedena nadstrešnica odprtega tipa.

Nosilni stebri so iz jeklenih HEA valjanih profilov. Temeljeni so s točkovnimi armiranobetonskimi temelji. Strešna konstrukcija je prav tako iz jeklenih vzdolžnih ter prečnih nosilcev, med seboj povezanih in zavetrovanih. Streha nadstrešnice je žagastega tipa, oprta na predalčne nosilce. Nosilni stebri nadstrešnice so postavljeni v rastru z dimenzijami: dolžina  $6 \times 5,20 = 31,20$  m, širina  $3 \times 5,20 = 15,60$  m in višina 4,10 m. Zunanje dimenzije nadstrešnice pa so  $31,70$  m x  $16,80$  m x  $4,40$  m.

Odvodnjavanje je urejeno prek žlotnih korit, odtočnih cevi in peskolovov v obstoječo meteorno kanalizacijo. Vsi zaključki, žlote in odtočne cevi so iz aluminijaste pločevine. Vsi jekleni elementi so protikorozijsko zaščiteni in opleskani v svetlo sivi, kovinski barvi aluminija.

### 3.3 POVEZAVA DIMNIH KANALOV IZ BLOKA 1, 2, 3 NA RDP BLOKA 4 V TE ŠOŠTANJ

OPIS DIMOVOODOV (sliki 7 in 8)

V okviru ekološke sanacije proizvodnje električne energije v TE Šoštanj so se med drugim odločili izvesti razžveplanje dimnih plinov blokov 1, 2 in 3 v napravi, ki je bila prvotno zgrajena za blok 4. ESOTECH je projektiral povezavo med elektrofiltri blokov 1, 2 in 3 in vstopom v toplotni izmenjevalnik dimnih plinov v razžveplalni napravi bloka 4 (RDP4). Pokazalo se je namreč, da je zaradi različnih obratovalnih režimov in različnih stopenj obremenjenosti posameznih blokov ter stopnje izkoriščenosti vgrajene naprave RDP4 ta zmožna očistiti dimne pline tudi iz blokov 1, 2 in 3.

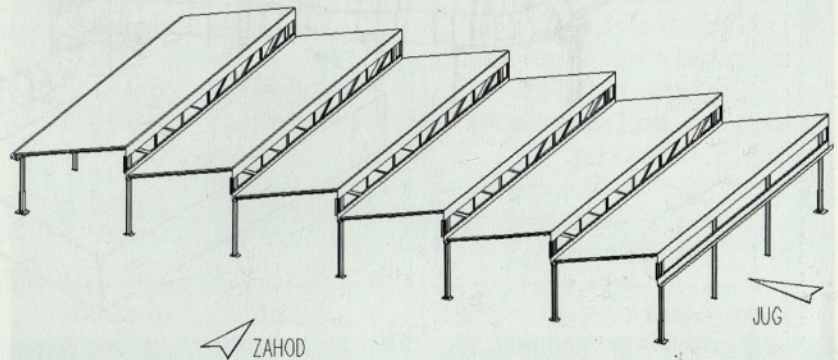
Povezava med dimovodi blokov 1, 2 in 3 ter RDP bloka 4 je izvedena z dvema vzporednima kanaloma. En dimovodni kanal premera 3300 mm povezuje po štiri dimovode premera 2000 mm prek zbirne cevi na bloku 1 in 2, drugi dimovodni kanal pa povezuje po štiri dimovode prek zbirne cevi bloka 3.

V dimovodih premera 2000 mm so vgrajene elektromotorne lopute, s katerimi usmerjamo pline neposredno dimnik ali pa na RDP4. Dimovodna kanala sta podprta s podpornimi konstrukcijami. Dostopi do pogonov loput so izvedeni s podesti. Za bloka 1, 2 in blok 3 potekajo dimovodni kanali ločeno. Na lokaciji dimnika blokov 1, 2 in 3 se oba kanala dvigneta na višino 9,4 m, na kateri se vodijo do RDP4. Kanal 1 se vodi na dolžini ca. 28 m, kanal 2 pa na dolžini ca. 24 m. Na koncu preideta iz okrogle v pravokotno obliko dimenzij  $2500 \times 3500$  mm. V vsak kanal je na tem mestu vgrajena elektromotorna loputa pravokotne oblike. Z loputama lahko zapiramo kanal blokov 1, 2 ali kanal bloka 3 ločeno ali po potrebi istočasno. Kompenzatorji so vgrajeni povsod tam, kjer je potrebno kompenzirati velike raztezke dimovodov. Revizijski odprtini omogočata

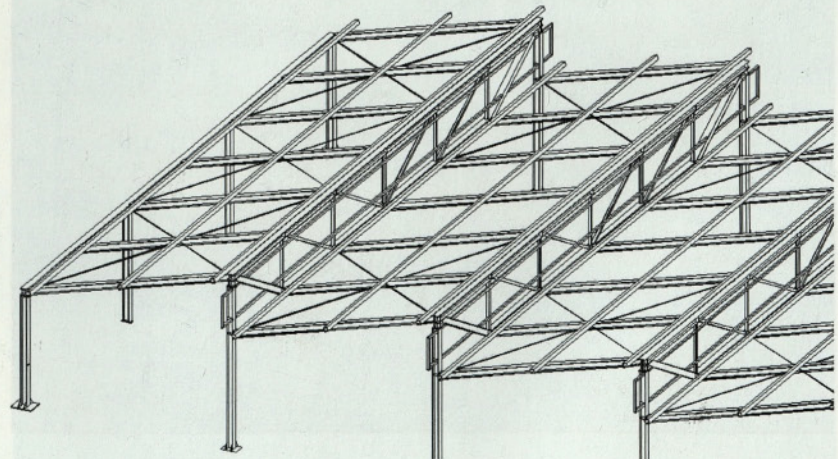
vstop v kanal. Meritve pretoka dimnih plinov so izvedene z Venturijevo cevjo dolžine 18800 mm.

Kanala sta izvedena iz pločevine kakovosti St 37-2. Na mestih koncentriranih sil sta ojačena. Dimovodni kanali so izolirani z mineralno volno in prekriti z Al pločevino. Podesti omogočajo ustrezen dostop do pogonov vseh loput in merilnih mest na Venturijevi cevi.

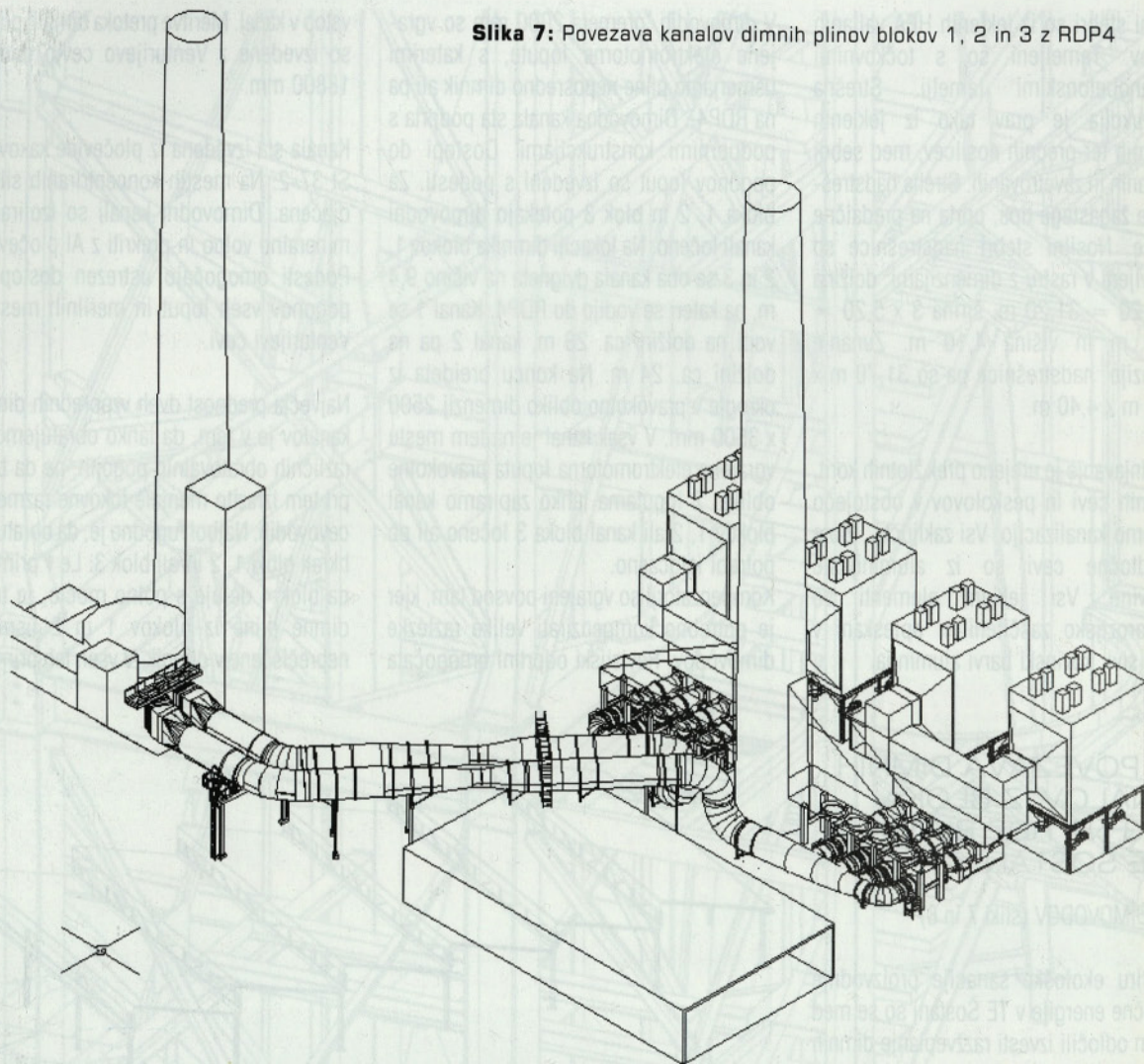
Največja prednost dveh vzporednih dimnih kanalov je v tem, da lahko obratujemo pri različnih obratovalnih pogojih, ne da bi se pri tem izrazito menjale tokovne razmere v cevovodih. Najbolj ugodno je, da obratujejo hkrati bloki 1, 2 in/ali blok 3. Le v primeru, da blok 4 deluje s polno močjo, je treba dimne pline iz blokov 1 in 2 usmeriti neprečiščene v dimnik. V vseh teh primerih



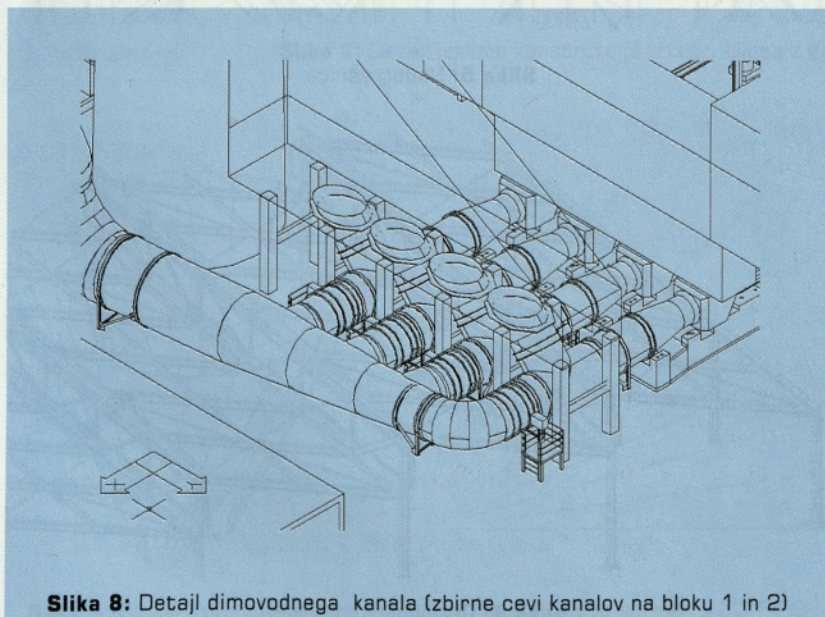
Slika 5: Nadstrešnica



Slika 6: Detajl nadstrešnice



**Slika 7:** Povezava kanalov dimnih plinov blokov 1, 2 in 3 z RDP4



**Slika 8:** Detajl dimovodnega kanala (zbirne cevi kanalov na bloku 1 in 2)

imamo ugodne tokovne razmere v cevovodih in hitrosti dimnih plinov v  $\approx 20$  m/s.

Vsi deli razvoda dimnih kanalov in priključki odcepov so oblikovani tako, da se ohranja hitrost dimnih plinov skozi celotno traso od elektrofiltrov blokov 1,2,3 do RDP 4.

**4 UPORABA PROGRAMSKIH ORODIJ V PREDSTAVLJENIH PROJEKTIH**

**PROGRAMSKA ORODJA**

Predstavljeni projekti so bili izdelani z naslednjimi programskimi orodji za

projektiranje:

- **AutoCAD R14**

Autocad je osnovni program za 2D in 3D risanje.

- **Pro STAHL 3D ARX**

Program za risanje (konstruiranje) jeklenih konstrukcij v 3D. Program je nadgradnja osnovnega programa, ki deluje v okolju AutoCAD R14. Samostojno ne deluje. Program je uporaben za projektiranje:

- a) jeklenih konstrukcij stavb in splošnih konstrukcij,
- b) dvoranskih konstrukcij,
- c) strojne opreme,
- d) regalov,
- e) aluminijevih konstrukcij,
- f) transportne tehnike in
- g) težkih strojev.

- **3D – PIPE (SPI – 3D SHEET METAL)**

Program je namenjen konstruiranju vseh vrst cevskih kanalov iz pločevine in razvoj plaščev v 3D. Tudi ta program je nadgradnja, ki deluje v okolju AutoCAD R14. Samostojno ne deluje. Področja uporabe so:

- a) konstruiranje cevskih kanalov velikih dimenzij
- b) konstruiranje rezervoarjev, silosov in ostalih posod

Ker vsi ti programi temeljijo na programskem orodju AutoCAD R14, so med sabo kompatibilni in omogočajo segmentno obdelavo projekta v vseh treh programih.

**PLAN IZDELAVE PROJEKTNE DOKUMENTACIJE**

Na podlagi izkušenj pri izdelavi projektne dokumentacije za napravo za razžveplanje odpadnih plinov smo ugotovili, da je pri pripravi plana izdelave projektne dokumentacije najprej potrebno upoštevati, s katerimi programskimi orodji se bo obdeloval določen segment projekta oziroma kakšen bo pristop k izdelavi

KONSTRUIRANJE 2D	KONSTRUIRANJE 3D
Priprava celotnega tlorisa.	Eventualna priprava tlorisa.
Izdelava posameznih konstrukcijskih sklopov iz tlorisne risbe.	Razdelitev tridimenzionalnih prostorskih volumnov z glavnimi osnimi linijami (sistemskimi linijami), naknadna kontrola osnih-sistemskih dimenzij.
»Ročno« risanje posameznih profilov in priključkov na profile v več pogledih, seveda v pravih dolžinah, s potrebnimi prerezi, nevidnimi črtami, lomljenimi črtami itd., tako kot je potrebno za pravilne delavniške risbe.	»Izgradnja« konstrukcije. Vstavljanje in prirezovanje tridimenzionalnih profilov na sistemske linije s »klikanjem« miške, vstavljanje dodatnih profilov, avtomatična izdelava zaključkov, lukenj, izrezov, ipd., vse v 3D.
Kompletno kotiranje profilov, izvrtin, zaključkov ipd., vse v 2D. Pozicioniranje posameznih sestavnih delov, vnašanje pozicijskih števil in dodatnih oznak v delavniške risbe.	Avtomatično pozicioniranje kompletne konstrukcije. Postavljanje posameznih izrisov in pogledov na risbo in oblikovanje samih delavniških risb moramo na koncu opraviti sami. Pri izdelavi sestavnih risb imamo možnost prikaza 3D pogledov za boljšo predstavnost.
»Ročno« računanje in izrisovanje razvitih plaščev v 2D (dobro poznavanje opisne geometrije).	Avtomatični izris razvitega plašča v 2D in avtomatično kotiranje. Pri tem prihranimo zelo veliko časa.
Ročna izdelava kosovnice ali z elektronskimi preglednicami.	Avtomatična izpeljava kosovnice v več oblikah iz predhodnega pozicioniranja.
Kontrola risb glede pravih dimenzij »na roko«.	Kontrola prilegajočih se sestavnih delov na pravilno prileganje, avtomatična kontrola stikov sestavnih delov oz. kolizije. Avtomatična izdelava 2D kotiranih in popolno označenih (pozicija, merilo, naziv...) izrisov vseh elementov oz. detajlov (preko noči ali med odmorom).

**Preglednica 1:** Razlike med konstruiranjem v 2D in 3D

projektne dokumentacije. Pri tem moramo upoštevati naslednje kriterije:

- možnosti, ki nam jih nudi zgoraj opisana programska orodja,
- kadrovski potencial v projektivi,
- usposobljenost konstrukterjev za delo z novimi programskimi orodji,
- načrtovano število konstrukterskih ur, ki so predvidene za izdelavo projektne dokumentacije,
- razpoložljiv čas, ki je na voljo za izdelavo projektne dokumentacije glede na pogodbene roke.

Za projekt naprave za razžveplanje odpadnih plinov smo glede na omenjene kriterije izbrali naslednje:

- jeklena konstrukcija - Pro STAHL 3D ARX
- sestavna risba tehnološkega dela postrojenja - AutoCAD R14 - 3D
- konstrukcija pralnika, rezervoarjev in silosa - AutoCAD R14 - 2D
- cevne povezave - AutoCAD R14 - 3D
- detajli silosa (dvojni konusni izpust, pokrov) - 3D - PIPE

Projekt nadstrešnice je bil v celoti izveden s programom Pro STAHL 3D ARX.

Projekt povezava dimnih kanalov iz bloka 1,2,3 na RDP bloka 4 pa je bil izdelan s programi:

- dimni kanali
  - 3D - PIPE
- podporni stebri in podesti
  - AutoCAD R14-2D
- sestavna risba
  - AutoCAD R14 - 3D

## UGOTOVITVE

Kljub temu, da je zaradi narave dela s 3D - programskimi orodji bilo potrebno spremeniti način dela konstrukterja, so se kmalu pokazali pozitivni učinki teh novih orodij.

Pri konstruiranju jeklenih konstrukcij (ProSTAHL 3D ARX) se je pokazala velika prednost v:

- avtomatični izdelavi 2D kotiranih in popolnoma označenih izrisov konstrukcijskih elementov,
- izdelavi kosovnic, kjer hitro pridemo do popisov materiala, veznih elementov, teže konstrukcije in celo površine, ki jo je potrebno zaščititi z AKZ in
- točnosti načrtov, kar se je odražalo tudi naprej v sami tehnologiji, izdelavi v delavnici in montaži na objektu.

Pri konstruiranju dimnih kanalov (3D - PIPE) pa se je pokazala prednost predvsem v:

- večji »produktivnosti« in kreativnosti konstrukterja,
- možnosti variantne obdelave posameznih segmentov in
- boljši predstavnosti v prostoru

## POGLED V PRIHODNOST

Predvidevamo, da bomo obravnavano programsko opremo v bodoče uporabljali pri naslednjih vrstah objektov:

## Pro STAHL 3D ARX

- projektiranje transportnih naprav
- projektiranje cevnih napeljav

## 3D - PIPE

- projektiranje rezervoarjev in silosov
- projektiranje cevnih kanalov večjih premerov prostorsko najzahtevnejših oblik

Ob vsem navedenem je potrebno posebej opozoriti, da se vse našeto nanaša le na geometrijsko modeliranje konstrukcij in drugih delov objektov, ne pa na druge tehnične račune, kot je npr. mehanska analiza konstrukcije. V vseh treh predstavljenih projektih je bil statični račun narejen klasično.

Pravi napredek predstavlja integracija novih metod statičnih in drugih izračunov z obravnavanimi programi. Za naše podjetje pomeni to nabavo ustrezne programske opreme in usposabljanje strokovnjaka za to področje ali pa povezavo s podjetji ali inštitucijami, ki razpolagajo s takšnimi viri.

## 5 SKLEP

Tako kot se je konstruiranje preselilo z risalnih desk na grafične delovne postaje, tako sedaj postopoma prehaja tudi običajno 2D konstruiranje na 3D konstruiranje - modeliranje z objektno orientirani programi. Pojavlja se trend naraščanja uporabe orodij v 3D aplikacijah. Tem trendom bomo tudi v našem podjetju poskušali slediti.

## LITERATURA

Skvarča, A., Oven, J., 3D konstruiranje s PRO-STEEL 3D ARX, CSI Ljubljana, 1998.

SPI, Skupina avtorjev, SPI - 3D Piping for AutoCAD Release 14.01 - Introduction to functions and commands, SPI GmbH, Ahrensburg, 1997.

Trinkner, C., PRO-STEEL 3D Object ARX - User's guide, KIWI Software GmbH, Freudenberg, 1998.



## NOVICE

### IZ DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE IN ZDGITS

## DRUŠTVO GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV MARIBOR AKTIVNO SODELUJE V PROJEKTU LOKALNA AGENDA 21 - PROGRAMU VARSTVA OKOLJA ZA MARIBOR

Društvo gradbenih inženirjev in tehnikov Maribor se je prijavilo na razpis Mestne občine Maribor za sofinanciranje programov okoljevarstvenih društev v Mestni občini Maribor. Predmet razpisa je bilo sofinanciranje okoljevarstvenih programov - projektov v sklopu lokalne agende 21. Lokalna agenda 21 je proces, v katerem deluje občina v partnerstvu z vsemi sektorji v lokalni skupnosti. Oblikuje akcijski načrt za uresničevanje trajnostnega razvoja na lokalni ravni. Odobreni so bili vsi predloženi projekti in zagotovljena manjša finančna sredstva. Odobrene so bile teme ki zadevajo protihrupno zaščito vzdolž naseljenih delov mariborske obvoznice, izpust nevarnih snovi v vodo ter zaščito varovanih območij.

#### LOKALNA AGENDA 21 - PROGRAM VARSTVA OKOLJA ZA MARIBOR

Državni zbor Republike Slovenije je na 39. seji dne 16. 09. 1999 sprejel Nacionalni program varstva okolja ( v nadaljevanju: NPVO ). NPVO je bil objavljen v Uradnem listu RS št. 83199 z dne 14. 10. 1999. NPVO je izdelan oziroma pripravljen na podlagi 47. in 104. člena Zakona o varstvu okolja. Ta zakon vsebuje cilje, usmeritve, strategijo varstva okolja in rabe naravnih dobrin za obdobje 10 let z opredelitvijo konkretnih ukrepov za obdobje 5 let.

Temeljni cilj je boljše življenjsko okolje v RS ter uveljavitev okolja kot omejitvenega in spodbujevalnega dejavnika razvoja. Za doseg cilja aktivira NPVO skladen niz instrumentov varstva okolja, konkretnih ukrepov, programov in projektov, ki so opredeljeni po posameznih sklopih ( stanje vodnega okolja, stanje odpadkov, varstvo zraka, varstvo tal, sevanje v okolju, hrup, ... ) ter po posameznih sektorjih dejavnosti ( industrija in rudarstvo, energetika, rudarstvo, promet, turizem, ... ), ki imajo največji vpliv na okolje.

Prednostna usmeritev NPVO je uveljavitev trajnostnega razvoja. Skrb za trajnostni razvoj je izrecno opredeljena kot zelo pomembna in strateška naloga države. Za doseg trajnostnega razvoja je nujno sodelovanje vseh dejavnikov okolja. NPVO spodbuja sodelovanje vseh akterjev na področju varstva okolja ( državne uprave, gospodarstva in javnosti ). To spodbujanje mora potekati na vseh ravneh - na ravni države, lokalne skupnosti, gospodarstva, zainteresiranih skupin, pa tudi na ravni posameznikov.

Ministrstvo za okolje in prostor se je po sprejetju NPVO odločilo dejavno sodelovati pri pripravah lokalnih programov varstva okolja in njihovi smiselni razširitvi v smislu AGENDE 21. Kot prva se je na pobudo odzvala Mestna občina Maribor, Zavod za varstvo okolja. Zavod za varstvo okolja je z veliko aktivnostjo pripravilo celovito poročilo o stanju okolja v Mestni občini Maribor.

Preden nadaljujemo s predstavitvijo delovanja našega društva, bi želeli razložiti, kaj sploh AGENDA 21 je.

Na konferenci Združenih narodov o okolju in razvoju v Rio de Janeiru 1992, kjer se je zbralo največ voditeljev držav v zgodovini sploh, je bil sprejet program aktivnosti 173 držav članic ZN, imenovan AGENDA 21. AGENDA 21 govori o trajnostnem razvoju ter ugotavlja, da imajo številni okoljski problemi in njihove rešitve svoje izvore na lokalni ravni.

Lokalna agenda 21 je proces v katerem deluje občina v partnerstvu z vsemi sektorji v lokalni skupnosti. Oblikuje akcijski načrt za uresničevanje trajnostnega razvoja na lokalni ravni.

Ne glede na to ali gre pri lokalni agendi 21 za program varstva okolja ali celovit načrt za trajnostni razvoj, so vidiki razvoja naslednji :

- okoljski

- gospodarski in
- socialno - zdravstveni .

Njihov namen je izboljšanje kakovosti življenja prebivalcev v lokalni skupnosti.

Mestna občina Maribor kot izbrana občina za pripravo lokalne agende 21 se je lotila izdelave programa na podlagi naslednjih dokumentov:

- Agenda 21, v 28. poglavju poziva lokalne oblasti po svetu, da v partnerstvu z vsemi dejavniki v lokalni skupnosti oblikujejo in uresničijo lokalne akcijske načrte za trajnostni razvoj.
- Zakon o varstvu okolja ( Ur. list RS, št. 32193, 11/96 ) v 50. členu obvezuje, da občine sprejmejo programe varstva okolja in operativne programe za svoje območje.
- Listina evropskih mest, ki si prizadevajo za trajnostni razvoj ( Aalborgska listina ), katere podpisnica je tudi Mestna občina Maribor.
- Peti akcijski program za okolje EU z naslovom K trajnosti je sprejela Evropska komisija leta 1992 v Bruslju. V njem so lokalne skupnosti opredeljene kot pomemben dejavnik v procesih varstva okolja ter trajnostnega razvoja.
- Program okoljskih aktivnosti za Srednjo in Vzhodno Evropo, ki je bil sprejet leta 1993 na 2. Evropski ministrski konferenci Okolje za Evropo v Lucernu. Le-ta poziva lokalne skupnosti, naj pripravijo programe okoljskih aktivnosti.
- Nacionalni program varstva okolja, ki ga je Ministrstvo za okolje in prostor izdelalo v letu 1998.

Glede na navedeno je Mestna občina Maribor zaradi vključevanja večjega števila dejavnikov na podlagi predhodno izdelanega pravilnika o postopkih in merilih za sofinanciranje okoljevarstvenih društev, registriranih v Mestni občini Maribor, objavila javni razpis za oddajo prijav za sofinanciranje programov okoljevarstvenih društev v Mestni občini Maribor. Predmet razpisa je bilo sofinanciranje okoljevarstvenih programov - projektov, in sicer :

- a ) projekti aktivnega vključevanja javnosti v proces varovanja okolja in trajnostni razvoj
- b ) projekti informiranja, različnih oblik komuniciranja in spodbujanja strokovnih in z zainteresiranih javnosti glede varovanja okolja in trajnostnega razvoja.
- c ) projekti katerih cilj je upravljanje uspešnosti izvajanja projekta lokalna agenda 21 - Program varstva okolja za Maribor
- č ) programi, ki se navezujejo na vsebino dela javne službe varstva okolja s področja ravnanja z odpadki.

Naše društvo se je na redni seji Upravnega in nadzornega odbora odločilo za prijavo na navedeni razpis, da bi prispevalo v lokalni agendi 21, saj združujemo veliko število strokovnjakov od gradbenih tehnikov do doktorjev znanosti.

Prijavili smo naslednje teme:

- 1.) Protihrupna zaščita naseljenih delov vzdolž mariborske obvoznice, avtocestne povezave Slivnica – Pesnica
- 2.) Izpusti nevarnih snovi v vode in
- 3.) Zaščita varovanih območij.

Vse prijavljene teme je komisija potrdila in odobrila manjša finančna sredstva za pripravo odobrenih tematskih sklopov.

Do pisanja tega članka smo spravili pod streho le prvo temo. Poskusili smo seznaniti širšo javnost o načrtovanju protihrupnih sten, projektiranju in načinu izvedbe in vzdrževanju zgrajenih protihrupnih sten, ter načinu meritev hrupa ob avtocestnih odsekih, ki potekajo vzdolž avtoceste. Prav tako smo seznanili javnost o načinu izdelave končnega stanja hrupa na področju Mestne občine Maribor.

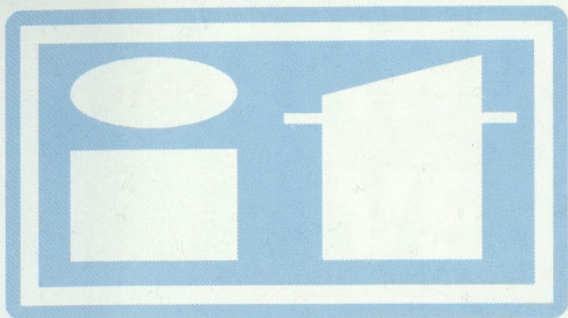
Predavatelji so bili strokovnjaki na področju izdelave lokacijskih načrtov, arhitekti, ki so projektirali protihrupne stene, izvajalci oziroma graditelji teh sten ter strokovnjaki Mestne občine Maribor, ki vodijo kataster hrupa na območju naše občine.

Posveta se je udeležilo 128 udeležencev.

Na enak način pripravljamo tudi druge predstavitve.

Društvo gradbenih inženirjev in tehnikov Maribor v sklopu izvajanja programa za leto 2000 poleg tem, odobrenih v sklopu lokalne agende 21, pripravlja tudi druge strokovne posvete. Med tehtnejšimi predavanji oziroma predstavitev pripravljamo strokovni posvet na temo strehe in podstrešja v mestnem jedru Mestne občine Maribor, uporabno tudi za širša območja.

Predsednik DGIT Maribor Stipan MUDRAŽIJA univ. dipl. inž. gr.



# PRIPRAVLJALNI SEMINARJI TER IZPITNI ROKI ZA STROKOVNE IZPITE V GRADBENIŠTVU, ARHITEKTURI IN KRAJINSKI ARHITEKTURI V LETU 2001

MESEC	SEMINAR	IZPITI	
		GRADBENIKI	ARHITEKTI KRAJINARJI
Januar		pisni: 13.1. ustni: 22. - 25.1.	pisni 17.1. ustni: 29. - 31.1.
Februar	12. - 16.		
Marec	12. - 16.	pisni: 24.3.	
April	9. - 13.	ustni: 2. - 6.4.	
Maj	14. - 18.	pisni: 26.5.	pisni: 9.5. ustni: 21. - 23.5.
Junij		ustni: 4. - 7.6.	
September	17. - 21.		
Oktober	8. - 12.	pisni: 27.10.	
November	12. - 16.	ustni: 5. - 8.11. pisni: 24.11.	pisni: 7.11. ustni: 19. - 21.11.
December	17. - 21.	ustni: 3. - 7.12.	

## A. PRIPRAVLJALNE SEMINARJE

organizira **Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS)**, Karlovska 3, 1000 Ljubljana (telefon/fax: 01 / 422-46-22), E-mail: gradb.zveza@siol.net

Seminar za GRADBENIKE poteka 5 dni (46 ur) in pripravlja kandidate za splošni in posebni del strokovnega izpita, Cena seminarja znaša 65.000,00 SIT z DDV.

Seminar za ARHITEKTE IN KRAJINSKE ARHITEKTE poteka (prve) 3 dni in jih pripravlja za splošni del strokovnega izpita. Cena seminarja je 33.000,00 SIT z DDV.

Seminar ni obvezen! Izvedba seminarja je odvisna od števila prijav (najmanj 20 kandidatov). Udeležca prijavi k seminarju plačnik (podjetje, družba, ustanova, sam udeleženelec ...). Prijavo v obliki dopisa je potrebno poslati organizatorju najkasneje 20 dni pred pričetkom določenega seminarja. Prijava mora vsebovati: priimek, ime, poklic (zadnja pridobljena izobrazba), in naslov prijavljenega kandidata ter naslov in davčno številko plačnika. Samoplačnik mora k prijavi priložiti kopijo dokazila o plačilu. Žiro račun ZDGITS je 50101-678-47602; davčna številka 79748767.

## B. STROKOVNI IZPITI

potekajo pri **Inženirski zbornici Slovenije (IZS)**, Dunajska 104, 1000 Ljubljana. Informacije je mogoče dobiti pri Ge. Terezi Rebernik od 10.00 do 12.00 ure, po telefonu 01 / 568-52-76.

**SEJEM  
DOMOFIN**



*specializirani  
sejem  
za zaključna dela  
v gradbeništvu  
in renoviranje*

**4.**  
**22. - 25.**  
**februar**  
**2001**  
Celje, Slovenija

CESPO d.o.o., Dečkova 1, 3000 Celje  
Telefon: 03/5433 000, 5433 683  
Telefax: 03/541 91 91  
e-mail:romana.kralj@ce-sejem.si

CESP

*ekskluzivno*

**PODELITEV ČASTNIH PRIZNANJ  
ARHITEKOM IN INVESTITORJEM**

*za zgradbe in objekte, ki so bili končani v letih 1998-2000  
(javni razpis Delo, 25.11.2000),  
organizatorja: Cespo d.o.o. in Društvo arhitektov Ljubljane*

**ZBIRNIK VELJAVNE ZAKONODAJE  
IN PREDPISOV V GRADBENIŠTVU**

*na razpolago samo na sejmu Domofin*

**Podelitev ZNAKA KAKOVOSTI  
V GRADITELJSTVU**

**PREDSTAVITEV RENOVIRANIH  
REPREZENTANČNIH ZGRADB V SLOVENIJI**

**SEJEM DOMOFIN ZA:** *izvajalce zaključnih del (izolacijskih, suhomontažnih), trgovce (z gradbenim materialom), projektante; arhitekta, investitorje, tesarje, krovce, kleparje, pleskarje, slikopleskarje, fasaderje, polagalce podov, tlakov, keramičarje, elektroinstalaterje, monterje (suhomontaža, stropovi), mizarje, manjša podjetja, končne potrošnike, vse, ki se ukvarjajo z zunanjo ureditvijo, gradbenike... ZA VASI*