

Gradbeni vestnik • GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN

TEHNIKOV SLOVENIJE in MATIČNE SEKCIJE GRADBENIH

INŽENIRJEV INŽENIRSKO ZBORNICI SLOVENIJE

UDK-UDC 05 : 625; ISSN 0017-2774

Ljubljana, maj 2004, letnik 53, str. 97-124

Izdajatelj:

Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS), Karlovska 3, 1000 Ljubljana, telefon/faks 01 422 4622 v sodelovanju z **Matično sekcijo gradbenih inženirjev pri Inženirski zbornici Slovenije (MSG IZS)**, ob podpori **Ministrstva RS za šolstvo, znanost in šport, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani** in **Zavoda za gradbeništvo Slovenije**

Izdajateljski svet:

ZDGITS: **mag. Andrej Kerin**

izr. prof. **dr. Matjaž Mikoš**

Jakob Presečnik

MSG IZS: **Gorazd Humar**

mag. Črtomir Remec

doc. dr. Branko Zadnik

FGG Ljubljana: **doc. dr. Marijan Žura**

FG Maribor: **Milan Kuhta**

ZAG: **prof. dr. Miha Tomažević**

Glavni in odgovorni urednik:

prof. dr. Janez Duhovnik

Sodelavec pri MSG IZS:

Jan Kristijan Juteršek

Lektorica:

Alenka Raič Blažič

Lektorica angleških povzetkov:

Darja Okorn

Tajnica:

Anka Holobar

Oblikovalska zasnova:

Mateja Goršič

Tehnično urejanje, prelom in tisk:

Kočevski tisk

Naklada:

2750 izvodov

Podatki o objavah v reviji so navedeni v bibliografskih bazah COBISS in ICONDA (The Int. Construction Database) ter na <http://www.zveza-dgits.si>

Letno izide 12 števk. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 5500 SIT; za študente in upokojene 2200 SIT; za družbe, ustanove in samostojne podjetnike 40.687,50 SIT za en izvod revije; za naročnike iz tujine 100 USD. V ceni je všteti DDV.

Poslovni račun ZDGITS pri NLB Ljubljana:
02017-0015398955

Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

- Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.
- Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.
- Besedilo prispevkov mora biti napisano v slovenščini.
- Besedilo mora biti izpisano z znaki velikosti 12 pik z dvojnimi presledki med vrsticami.
- Prispevki morajo imeti naslov, imena in priimke avtorjev ter besedilo prispevka.
- Besedilo člankov mora obvezno imeti: naslov članka v slovenščini (velike črke); naslov članka v angleščini (velike črke); oznako ali je članek strokoven ali znanstven; nazive, imena in priimke avtorjev ter njihove naslove; naslov POVZETEK in povzetek v slovenščini; naslov SUMMARY, 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.
- Poglavja in razdelki so lahko oštevilčeni.
- Slike, preglednice in fotografije morajo biti omenjene v besedilu prispevka, oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino. Vse slike in fotografije v elektronski obliki (slike v običajnih vektorskih grafičnih formatih, fotografije v formatih .tif ali .jpg visoke ločljivosti) morajo biti v posebnih datotekah, običajne fotografije pa priložene.
- Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.
- Kot decimalno ločilo je treba uporabiti vejico.
- 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.
- V poglavju LITERATURA so uporabljena in citirana dela opisana z naslednjimi podatki: priimek, ime prvega avtorja (lahko okrajšano), priimki in imena drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.
- 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.
- Prispevke je treba poslati glavnemu in odgovornemu uredniku prof. dr. Janezu Duhovniku na naslov: FGG, Jamova 2, 1000 LJUBLJANA oz. janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si. 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 enem izvodu na papirju in v elektronski obliki v formatu MS WORD in v 8. točki določenih grafičnih formatih.

Uredništvo

Vsebina • Contents

Članki • Papers

stran **98**

Marjan PIPENBAHER, univ. dipl. inž. grad.

PROJEKTIRANJE IN GRADNJA VIADUKTA ČRNI KAL DESIGN AND CONSTRUCTION OF VIADUCT ČRNI KAL

stran **107**

Mitja Kovačec, univ. dipl. inž. grad.

doc. dr. Andrej Štrukelj, univ. dipl. inž. grad.

Samo Lubej, univ. dipl. inž. grad.

Marko Gotlin, univ. dipl. inž. grad.

OCENITEV KRITIČNE DOLŽINE SIDRANJA PRI OJAČITVI **ARMIRANOBETONSKIH KONSTRUKCIJ S TRAKOVI Z OGLJIKOVIMI** **VLAKNI**

THE ESTIMATION OF THE CRITICAL ANCHORING LENGTH OF THE
CFRP STRIPS BONDED TO THE REINFORCED CONCRETE

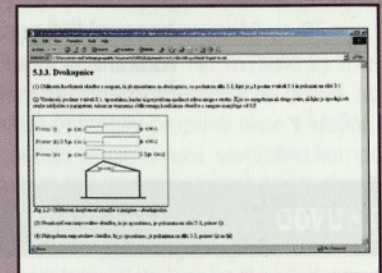
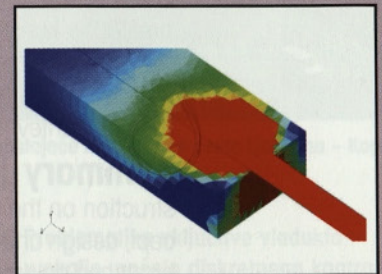
stran **113**

Gregor Šuligoj, univ. dipl. inž. grad.

prof. dr. Janez Duhovnik, univ. dipl. inž. grad.

as. dr. Tomo Cerovšek, univ. dipl. inž. grad.

ELEKTRONSKA OBJAVA STANDARDOV ELECTRONIC PUBLICATION OF STANDARDS



Novi diplomanti gradbenišva

J. K. Juteršek, univ. dipl. inž. grad.

Koledar prireditev

J. K. Juteršek, univ. dipl. inž. grad.

Slika na naslovnici: Viadukt Črni Kal, foto Marjan Pipenbaher

PROJEKTIRANJE IN GRADNJA VIADUKTA ČRNI KAL

DESIGN AND CONSTRUCTION OF VIADUCT ČRNI KAL

Marjan PIPENBAHER, univ. dipl. inž. grad., Strokovni članek UDK 624.21:625.745.1
Inženirski biro PONTING d.o.o., Strossmayerjeva 28,
Maribor

Povzetek | Viadukt Črni Kal je najzahtevnejši most, ki se gradi v okviru avtocestnega omrežja v Republiki Sloveniji. V članku je predstavljena problematika zasnove, projektiranja in tehnologije izvedbe visokega dolinskega viadukta. Na vrhu razvejeni stebri, visoki do 95 m, globoko temeljenje na elipsastih vodnjakih, globokih do 21 m, razpon prekladne konstrukcije preko 140 m, zagotavljanje lokalne in globalne stabilnosti viadukta med gradnjo in uporabo ob upoštevanju sunkov burje in vplivov osončenja, vse to so elementi, ki uvrščajo viadukt v projektantskem in tehnološko – izvedbenem smislu med najzahtevnejše mostove tudi v svetovnem merilu.

Summary | The viaduct Črni Kal is the most demanding bridge being under construction on the highway system in Slovenia. In the paper, the problematics of the concept, design and construction technology of this high valley viaduct is presented. The top branched columns, 21 m deep foundation on the elliptic wells, the spans over 140 m, the assurance of the local and global stability during the construction and use, taking into account the gusts of the wind bora and the actions of the sun are the elements, which rank the viaduct, from design and construction point of view, among the most demanding bridges in the world.

1 • UVOD

V okviru izvedbe avtoceste Koper – Lendava je na odseku Klanec – Ankaran predvidena izgradnja viadukta Črni Kal, dolžine 1065 m, ki prečka osapsko dolino od 40 do 95 m visoko (slika 1). Viadukt Črni Kal nedvomno predstav-

lja najzahtevnejši most, ki se gradi v okviru izgradnje avtocestnega omrežja v Republiki Sloveniji.

Globoko temeljenje visokih stebrov vmesnih podpor na strmih pobočju na elipsastih vod-

njakih globine do 21 m, na vrhu razvejeni stebri višine do 90 m, razpon prekladnih konstrukcij preko 140 m, gradnja stebrov s samoplezajočim opažem, prosta konzolna gradnja prekladnih konstrukcij ob močnih sunkih burje in diferenčnem osončenju konstrukcije, so elementi, ki uvrščajo viadukt v projektantsko in tehnološko – izvedbenem smislu med najzahtevnejše mostove tudi v svetovnem merilu.

2 • OSNOVNI PODATKI O VIADUKTU

| | | | |
|-----------------------|--|----------------------------|--|
| Investitor: | DARS Družba za avtoceste Republike Slovenije d.d., Celje | Nadzornik: | DDC svetovanje in inženiring d.o.o., Projekt Primorska |
| Izvajalec: | Joint Venture SCT d.d. in PRIMORJE d.d. | dolžina viadukta: | 1065 m |
| Projektant: | Inženirski biro PONTING d.o.o. | višina stebrov: | 20–95 m |
| Odgovorni projektant: | Marjan PIPENBAHER, univ. dipl. inž. grad. | največji razpon: | 141,20 m |
| | | florisna površina objekta: | 28,200 m ² |
| | | čas gradnje: | november 2001 – oktober 2004 |

V letu 1999 je DARS d.d. v sodelovanju z Inženirsko zbornico Slovenije, Ministrstvom za promet in Ministrstvom za okolje in prostor izvedel državni anonimni javni natečaj za pridobitev optimalne konstrukcijske zasnove viadukta, tako z vidika stabilnosti, nosilnosti, trajnosti in ekonomičnosti, kot z vidika vključitve v krajinsko občutljivo okolje kraškega roba.

V roku za oddajo je prispelo 18 natečajnih rešitev, ki so jih izdelale posamezne projektantske skupine. Veliko število prispelih natečajnih rešitev je kazalo na to, da je v slovenski in tuji

strokovni javnosti vladalo veliko zanimanje za sodelovanje na javnem natečaju. V skladu z razpisnimi pogoji je 9 članov interdisciplinarno sestavljene komisije pregledalo prispelane natečajne rešitve in podalo pisna poročila. Predlogi so bili ocenjevani s petimi merili:

- Upoštevanje posebnosti in izpostavljenosti lokacije
- Konstruktivno – tehnološka merila in kriteriji stabilnosti in trajnosti konstrukcije
- Inventivnosti zasnove
- Ekonomičnost in varnost v fazi uporabe in gradnje viadukta
- Merila, ki se nanašajo na oblikovanje konstrukcijskih elementov in vključitve objekta v okolje

Komisija za oceno natečajnih rešitev je v vseplošnem konsenzu konstruktorske, arhitekturne in krajinske stroke podelila 3 nagrade in 2 odkupa. Prva nagrada je bila podeljena natečajni rešitvi, ki jo je izdelala projektantska skupina iz PONTING d.o.o. pod vodstvom Marjana Pipenbaherja ter sodelujočega arhitekta prof. Janeza Koželja.



Slika 1 • 3D računalniški prikaz viadukta – pogled z obstoječe magistralne ceste Ljubljana – Koper

3 • PROBLEMATIKA ZASNOVE VIADUKTA

3.1 Racionalizacija konstrukcijske zasnove viadukta

Pri iskanju konstrukcijske in arhitekturne zasnove je bila v fazi izdelave natečajnih rešitev uporabljena metoda celostne optimizacije, ki se na primer uporablja pri razvoju in snovanju novih konstrukcij velikih infrastrukturnih objektov (stadionov, letališč, konstrukcij mostov, predorov).

Po principu te metode smo v fazi snovanja natečajnih rešitev sistematično razvijali variante konstrukcij od smiselno najmanjšega do smiselno največjega razpona prekladne konstrukcije (od 100–180 m) in pri tem analizirali spreminjanje odločilnih parametrov, upoštevaje konstrukcijska, tehnološko – izvedbena, oblikovalska in ekonomska merila. Šele s podrobno obdelano primerjalno analizo variant viadukta smo izostrili kriterije presojanja, kar nam je omogočilo pripravo končnih natečajnih rešitev. Ker tudi izhodišča za oblikovanje niso bila postavljena vnaprej, so bila na podoben način kot druga vključena v proces vrednotenja. Na ta način smo se izognili problemom vzporedne obravnave oblikovnih vprašanj pri zasnovi konstrukcije viadukta, kot so:

- usklajevanje konstrukcije z obliko ali obratno
- naknadno "lepšanje" konstrukcije

- in še posebej preoblikovanje, ko lahko konstrukcijsko pogojene oblike izgubijo svojo strukturno prilagojenost in postanejo dekorativne ali celo kičaste.

Pri vzporednem in sočasnem upoštevanju oblikovnih zakonitosti z drugimi vidiki racionalnosti konstrukcije in tehnologije ostane obvladana oblika ves čas v funkciji konstrukcije in sredstvo za njeno prilagoditev kontekstu. V takšni spregi so bili tudi parametri arhitekturnega oblikovanja dejaven instrument za obvladovanje ekstremnih (pretiranih) tehnoloških rešitev, ki bi bile same sebi namen. Bistvene teme snovanja in arhitekturnega oblikovanja so tako ostale:

- postavitev viadukta v prostor ob upoštevanju naravnih ovir, ritem podpor in iskanje sorazmerja med vertikalno rastjo in horizontalno poravnostjo;
- lahkotno in ekspresivno oblikovanje stebrov;
- oblikovanje konstrukcijskih elementov in še posebej prehodov nosilnega v nošeno.

Pri izdelavi PGD smo po pridobitvi detajlnih geodetskih posnetkov in PGD/PZI geološko – geomehanskega poročila, konstrukcijo viadukta dodatno prilagodili in racionalizirali, s tem da smo v celoti sledili ideji prvo nagrajene natečajne rešitve.

3.2 Problematika vključitve viadukta v okolje, načelo diskretnega kontrasta

Viadukt Črni Kal prečka dolino v horizontalnem radiju 800 m na višini od 10 do 95 m z glavnimi razponi dolžine 141 m (slika 2). S tako izbranimi razponi premostitve doline so doseženi optimalni proporci oken v krajini, ki se približajo zlatemu rezu, vertikalna komponenta viadukta pa se preusmeri v horizontalno, tako da ostane poudarjena kontinuirana horizontalna linija nadaljevanja avtoceste.

Horizontalno zleknjena oblika viadukta deluje v pokrajini enotno in umirjeno. Ustvari se vtis, kot da viadukt iz kopske strani v obvladano počasnem ritmu zraste iz pobočja in se iztegne v pokrajino ter hitro izteče v useke. Z druge strani je videti, kot da se viadukt izvije iz stene in zleknje preko doline ter se stanjša umiri, ko se dotakne pobočja na drugi strani.

Viadukt prečka dolino v petih korakih na stebrih, ki imajo pete poravnane na približno isti višini, kar še dodatno prispeva k umirjenemu prehodu. Močnejša, vutasto oblikovana gredna konstrukcija zaznamuje ta, bolj zračen prehod doline, medtem ko je tanjša ravna greda umerjena s krajšimi stebri v sekvenci iztekanja viadukta. Mehke oblike elementov konstrukcije viadukta torej niso plod iskanja organskih oblik samih po sebi, ampak so rezultat premišljenega konstruktorskega optimiranja.



Slika 2 • 3D računalniški prikaz viadukta – pogled na viadukt iz osapske doline

3.3 Prometna zasnova, varnost prometna na viaduktu, zaščita pred sunki burje

Trasa avtoceste ima na viaduktu naslednje značilne parametre:

floris os poteka v radiju 800 m,

prečni naklon je konstanten in znaša 5,5 %,

niveleta: ima na začetku konveksni radij

20,000 m, pretežni del pa je v konstantnem padcu 2,70 %.

Varnost prometa na viaduktu, zaščita pred sunki burje, varnost pred poledico

Osnovno vodilo pri zasnovi vozišča viadukta v prečni in vzdolžni smeri je bila maksimalna



Slika 3 • 3D računalniški pogled voznika

Karakteristični prečni prerez na viaduktu (slika 3):

| | | |
|--|----------------------------------|----------------|
| protivetrna ograja, revizijski hodnik, BVO | 0,50 + 0,75 + 0,46 | 1,71 m |
| levo vozišče | 0,50 + 2,50 + 2 x 3,50 + 0,50 | 10,50 m |
| vmesni ločilni pas | 0,50 + 0,46 + 0,16 + 0,46 + 0,50 | 2,08 m |
| desno vozišče | 0,50 + 2 x 3,50 + 2,50 + 0,50 | 10,50 m |
| BVO, revizijski hodnik, protivetrna ograja | 0,46 + 0,75 + 0,50 | 1,71 m |
| Skupna širina objekta | | 26,50 m |

prometna varnost, ki jo prvenstveno zagotavljajo:

- zvezni prehod prometnih pasov iz trase pred in za viaduktom na viadukt;
- vmesni ločilni pas z betonskima varnostnima ograjama višine 80 cm;
- ojačena betonska odbojna ograja New Jersey z jekleno cevjo premera 150 mm in skupno višino 1,20 m, ki preprečuje padec vozila z objekta;
- protivetrna ograja z 20 % propustnostjo in višino do 3,40 m nad voziščem (slika 4);
- hodnik za vzdrževalce med protivetrno ograjo in betonsko odbojno ograjo v primeru okvare vozila ali prometne nesreče (nalet večih vozil – velike hitrosti na avtocestah!) omogoča varen sestop z viadukta.
- avtomatski javljalci poledice na konzolnem – najtanjšem delu voziščne plošče, ki so povezani z vzdrževalno službo.
- opozorilna elektronska tabla pred izvozoma Črni Kal in Kastelec s stalnim prikazom hitrosti vetra in temperature vozišča, ki opozarja voznike na možnost poledice in ekstremnih sunkov burje.

3.4 Zasnova viadukta z vidika uporabnosti tehnologij in možnosti izvedbe gradnje

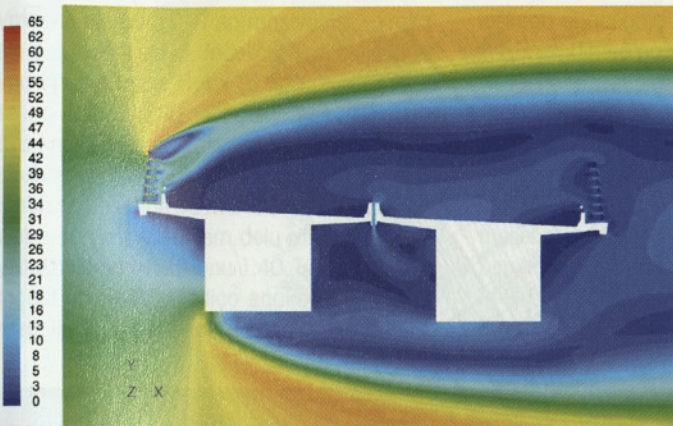
Gradnja velikih viaduktov predstavlja zaradi velikih višin in razponov, težavne konfiguracije terena ter meteoroloških razmer gradbeno izredno zahteven projekt (slika 5). Zato je pomembno, da se že v fazi snovanja predvidi uporaba takšnih tehnologij, ki zadoščajo naslednje kriterije:

- gradnja mora biti čim bolj enostavna in predvsem varna;
- pri izboru tehnologije mora biti upoštevana predvsem zanesljivost in kvaliteta izvedbe;
- tehnologija mora biti preizkušena doma ali v tujini pri gradnji velikih objektov;
- tehnologija mora biti ekonomsko konkurenčna in mora omogočiti tudi zahtevano hitrost gradnje;
- posegi v prostor zaradi organizacije gradbišča naj bodo čim manjši.

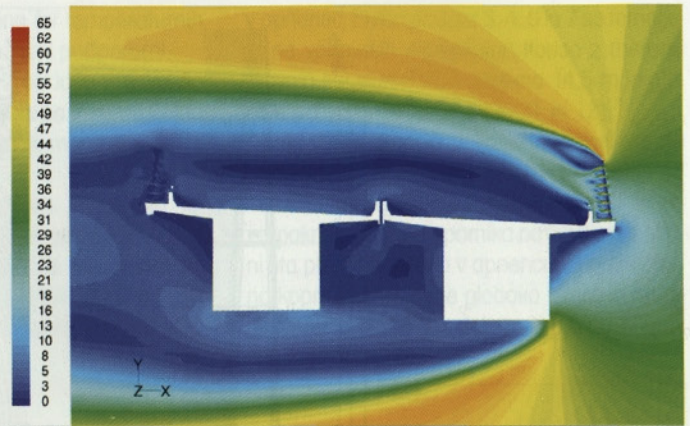
Stebri podpor 8–12 se izvajajo s klasičnim opažem, medtem ko se za gradnjo visokih stebrov uporabljajo samoplezajoči opaži z nosilnimi odri. Prekladna konstrukcija se gradi po tehnologiji proste konzolne gradnje in gradnje po poljih s fiksnim jeklenim odrom.

3.5 Zasnova viadukta z vidika enostavnosti vzdrževanja

Posebna pozornost pri zasnovi konstrukcije viadukta in opreme je bila namenjena problematiki trajnosti in enostavnega vzdrževanja.



Slika 4 • Prikaz strujanja zraka ter zaščite vozišča s protivetno ograjo



Slika 5 • Pogled na viadukt Črni Kal med gradnjo s ceste Ljubljana-Koper



■ Vse instalacije ter kanalizacija za odvajanje objekta se vodijo znotraj škatlastega preseka.

■ Kvalitetno zasnovana omejeno prednapeta prekladna AB konstrukcija, ki se gradi po sistemu proste konzolne gradnje in po

poljih, predstavlja optimalno tehnološko rešitev.

■ Velika togost in masa konstrukcije zagotavljata minimalni dinamični vpliv prometa.

■ Kvalitetna izvedba betonskih konstrukcijskih elementov in še posebej opreme viadukta zagotavljata predpisano trajnost objekta,

tako da so ob rednem vzdrževanju stroški za izvedbo manjših sanacijskih posegov minimalni.

■ Za morebitno kasnejšo ojačitev prekladne konstrukcije viadukta se že v fazi gradnje predvidijo deviatorji, tako da je možna naknadna vgradnja kablov brez sovprejanja.

4 • KONSTRUKCIJSKA ZASNOVA VIADUKTA

4.1 Splošno

Viadukt Črni Kal je dolg 1053,50 m (levo vozišče) oziroma 1056,35 m (desno vozišče) in je zasnovan kot ena zavorna enota s sistemskimi (statičnimi) razponi (slika 6):

Leva konstrukcija: $60,49 + 120,97 + 141,14 + 141,14 + 120,97 + 75,61 + 60,49 + 3 \times 50,41 + 40,33 = 1053,50$ m

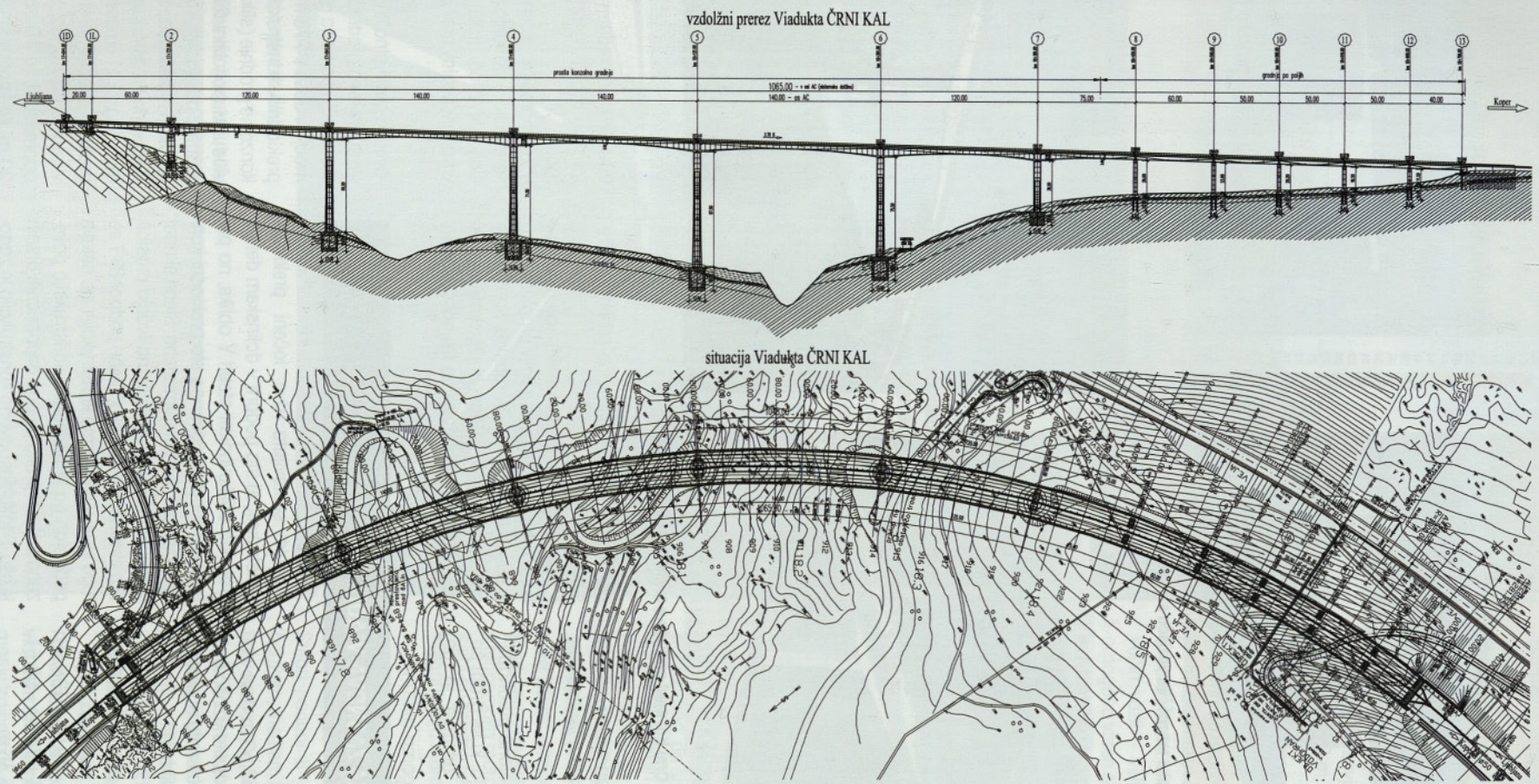
Desna konstrukcija: $79,35 + 119,03 + 138,86 + 138,86 + 119,03 + 74,39 + 59,51 + 3 \times 49,59 + 39,67 = 1056,35$ m

Viadukt sestavljata dve ločeni prekladni konstrukciji, ki sta podprti v dolinskem delu s krakasto oblikovanimi stebri Y oblike, na pobočnem – nizkem delu pa sta prekladni konstrukciji podprti z ločenimi stebri. Stebri skupaj s prekladnima konstrukcijama tvorijo prostorsko okvirno konstrukcijo. Stebri podpor 3–7 so togo vpeti v prekladno konstrukcijo, na ostalih podporah pa je prekladna konstrukcija povezana s stebri preko prečno nepomičnih drsnih ležišč. S tako zasnovano konstrukcijo je zago-

tovljena vertikalna in horizontalna stabilnost viadukta med gradnjo in uporabo.

V območju prehoda globljega dela doline (območje v dolžini 778 m) je predvidena gradnja prekladnih konstrukcij s tehnologijo proste konzolne gradnje (slika 7), na pobočnem delu viadukta (v dolžini 277 m) pa je predvidena gradnja prekladnih konstrukcij na fiksnem ali pomičnem jeklenem odru.

Podporno konstrukcijo sestavljajo 2 krajna opornika ter 11 vmesnih stebrov. Zaradi velikih prečnih padcev terena v območju prehoda viadukta na AC telo sta na ljubljanski strani opornika 1L in 1D zamaknjena vzdolžno za 20 m, na koprski strani pa je opornik skupen.



Slika 6 • Vzdolžni prerez in tloris viadukta

Vmesne podpore 2–7 so masivnejši – krakasto oblikovani stebri. Tricelčni škafasti steber ima spodaj mere 11,4 x (5,50 do 7,50) m in se na višini 12,80 m pod vrhom razcepi v dva kraka, ki podpirata ločeni prekladni konstrukciji (slika 8 in 9).

Stebri so do višine 50 m debeli 5,50 m, vsi višji stebri pa se v spodnjem delu rahlo razširijo v vzdolžni smeri v naklonu 1:40. Tako dosežena togost ima za posledico enakomernejše porazdeljene vsiljene obremenitve zaradi reo-

loškega obnašanja betona ter temperaturnih sprememb med posameznimi podporami.

Nizki stebri podpor 8–12 so ločeni, tako da vsako podporo predstavljata po 2 samostajna stebra trapeznega florisa z merami 6,00 x (2,5–3,0) m (slika 10).

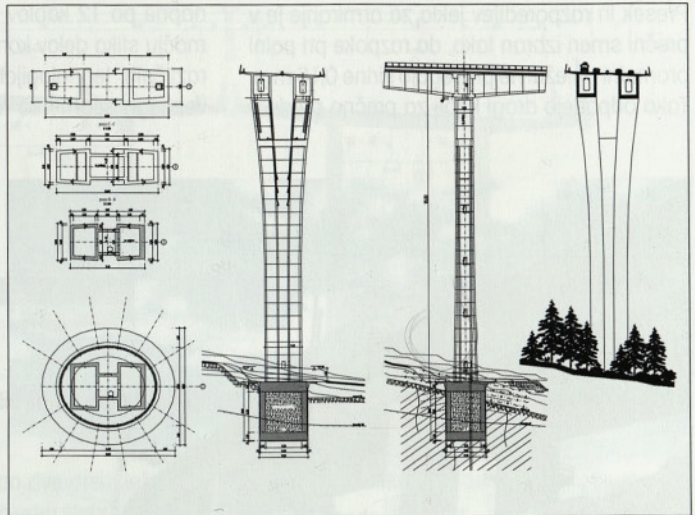
Viadukt je globoko temeljen. Plitvo sta temeljena samo opornik 1 ter podpora 2. Steber podpore 2 je temeljen na masivnem temeljnem bloku dimenzij 8,00 x 16,00 m, globine 8,0–11,0 m, ki je zabetoniran neposredno

v apnenc. Stebri podpor 3, 4, 6 in 7 so temeljeni na vodnjakih elipsastega florisa z merami glavnih osi elipse 12,0 oziroma 14,5 m in globine od 15,00–21,0 m (sliki 11 in 12).

Druge vmesne podpore 8–12 so temeljene na uvrtnih pilotih premera 118 cm in globine od 10,0 do 10,70 m. Za 20 m v vzdolžni smeri zamaknjena krajna opornika na ljubljanski strani sta plitvo temeljena v apnencu, opornik 13 – na koprski strani pa je globoko temeljen na pilotih premera 118 cm, dolgih od 8,0 do 11,0 m.



Slika 7 • Pogled na viadukt med gradnjo, oktober 2003



Slika 8 • Steber podpore 5, višine 95 m



Slika 9 • Pogled na samoplezajoči opaž in steber podpore 5 v fazi gradnje



4.2 Prekladni konstrukciji

Viadukt je zasnovan z dvema ločenima prekladnima konstrukcijama, ki potekata neprekinjeno preko 12 polj. Prekladni konstrukciji sta dve vzdolžno omejeno prednapeti betonski škatli širine 6,0 m in spremenljive višine od 3,50 m v polju do 7,50 m nad podporami 3, 4, 5 in 6. Nad podporama 2 in 7 se prekladna konstrukcija vutasto odebeli na 6,50 m. Voziščna plošča je široka 12,60 m in je v prečni smeri armirana z visoko duktilno rebrasto armaturo RA 500/550 (sliki 13 in 14).

Presek in razporeditev jekla za armiranje je v prečni smeri izbran tako, da razpoke pri polni prometni obtežbi ne presegajo širine 0,15 mm. Tako odpadejo dragi kabli za prečno predna-

penjanje, ki izredno zakomplicirajo vgradnjo vzdolžnih kablov.

Škatlasta nosilca sta v vzdolžni smeri omejeno prednapeta s kabli $19 \times 150 \text{ mm}^2$, s predpisano kvaliteto žice $f_{py}/f_{pk} = 1670/1860 \text{ MN/m}^2$. Na delu konstrukcije, ki se izvede po tehnologiji proste konzolne gradnje, se v fazi proste konzolne gradnje napne 30 kablov oziroma 48 pri mizah 3, 4, 5, 6, po povezavi miz pa se v poljih napne od 8–20 kablov $19 \times 150 \text{ mm}^2$ v polju. Na delu konstrukcije, ki se izvede na fiksnem ali pomičnem jeklenem odru po poljih se napne po 12 kablov – $19 \times 150 \text{ mm}^2$. V območju stika delov konstrukcij, ki se gradita po različnih tehnologijah, se po zabetoniranju veznega segmenta napnejo vezni spodnji in

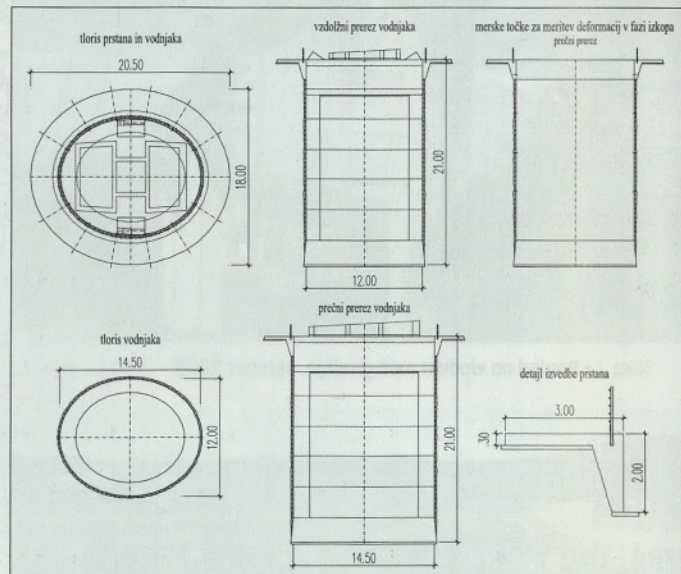
zgornji kabli. V prekladnih konstrukcijah se izvedejo tudi betonski deviatorji, ki omogočajo naknadno vgradnjo in prednapetje kablov, ki potekajo zunaj betonskega prereza.

4.3 Podporna konstrukcija in izvedba temeljenja

Viadukt je zasnovan kot ena zavorna enota, z dilatacijami samo na krajnih opornikih. Vzdolžne sile (zavorne in potresne) se prenašajo preko centralno postavljenih stebrov podpor 3–7, ki so zgoraj togo vpeti v škatlasti prekladni konstrukciji. Prečna obtežba (veter, potres) pa se prenaša preko vseh podpor. Vsiljene obtežbe (reologija, temperatura) se prenašajo v skladu s togostmi posameznih podpor, upo-



Slika 10 • Pogled na zgrajen pobočni del viadukta z ločenimi stebri, september 2003



Slika 11 • Načrt vodnjaka podpore 5



Slika 12 • Izvedba betonskega prstana ter izkop vodnjaka podpore 5



števajoč tudi trajanje delovanja in padec togosti.

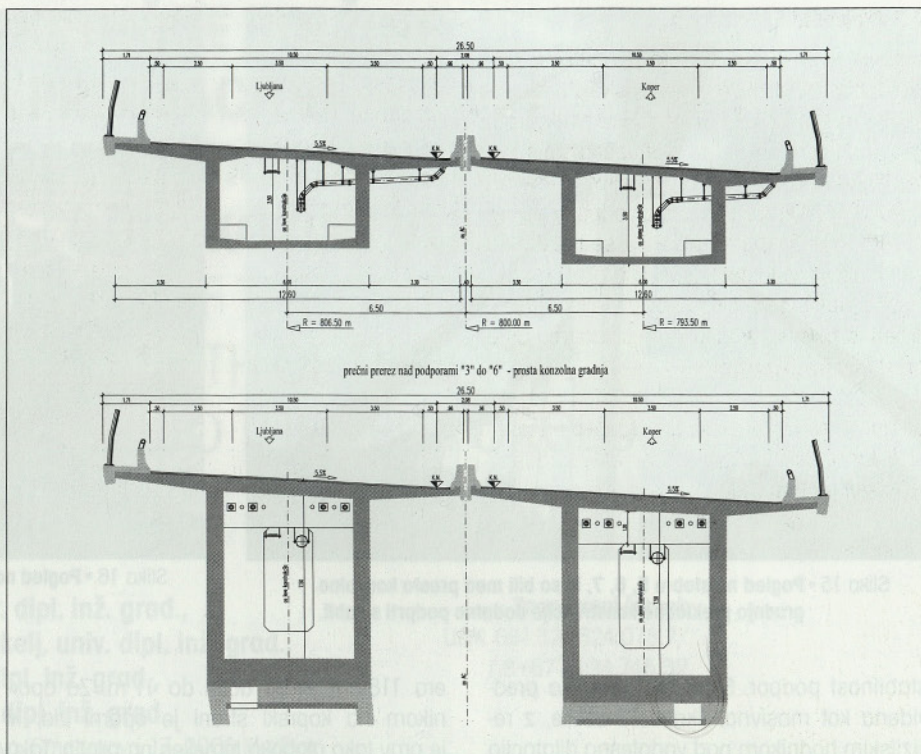
Visoki stebri podpor 2-7

Vmesne podpore 2-7 (slika 15) so krakasto oblikovani stebri, ki so spodaj vpeti v elipsasti vodnjak, zgoraj pa sta kraka vpeta v prekladno konstrukcijo. Na stebri 2 so na vrhu nameščena 4 drsna ležišča, ki omogočajo pomike prekladnih konstrukcij zaradi temperature in reologije preko sorazmerno kratkega stebra, ki je temeljen v apnencu, narinjenem na flišno osnovo. V prečnem prerezu so stebri tricelčne škatle z debelino sten od 40–70 cm. Tricelčni škatlasti stebri ima spodaj mere 11,4 x (5,50 do 7,40) m in se na višini 12,80 m pod vrhom razcepi v dva kraka, ki podpirata ločeni prekladni konstrukciji.

Stebri, ki so visoki do 50 m, imajo konstantno debelino 5,50 m, vsi višji stebri pa se v spodnjem delu rahlo razširijo v vzdolžni smeri (naklon 1:40), tako da je najvišji stebri podpore 5 na vodnjaku širok 7,40. Stebri so predvideni v betonu MB 45 in so armirani z visoko duktilno rebrasto armaturo RA 500/550. Gradnja krakasto oblikovanih stebrov je predvidena s samoplezajočim opažem (SCF). Prečke ter kraki stebrov 2-7 so prednapeti s kablji 19 x 150 mm², tako da so kraki v prerezu na prehodu v enoten stebri obremenjeni skoraj centrično (stalna teža + prednapenjanje). Centralna celica stebra služi kot instalacijski in vzdrževalni jašek. Jekleni podesti so na razdalji, ki ne presega 16 m.

Stebri podpor 8-12

Pobočne podpore 8-12 sestavljata po 2 ločena škatlasta stebra z merami 6,0 x 3,0 m. Stebri so spodaj vpeti v masivne pilotne blazine. Na vrhu



Slika 13 • Karakteristični prečni prerez viadukta Črni Kal

stebrov sta nameščeni po dve drsni ležišči, ki sta prečno nepomični. Na vrhu stebra je predviden tudi prostor za dvigalke za zamenjavo ležišč, revizijski prostor za pregled ležišč, v notranjosti pa so predvideni jekleni podesti in lestve. Dostop do ležišč je omogočen tudi skozi odprtino v spodnji plošči prekladne konstrukcije. Debeline sten stebrov so od 30–40 cm. Stebri so predvideni v betonu MB 45 in so armirani z visoko duktilno rebrasto armaturo RA 500/550. Gradnja stebrov je predvidena s prestavljivim opažem v kampadah višine do 4,0 m.

Krajna opornika

Zaradi nedostopnosti in izredno strmega pobočja v območju opornika na ljubljanski strani je predvidena izvedba opornika leve in desne prekladne konstrukcije z zamikom 20 m. Pri taki zasnovi opornikov višina opornika in opornega zidu, ki poteka med opornikoma, ne presega 8 m.

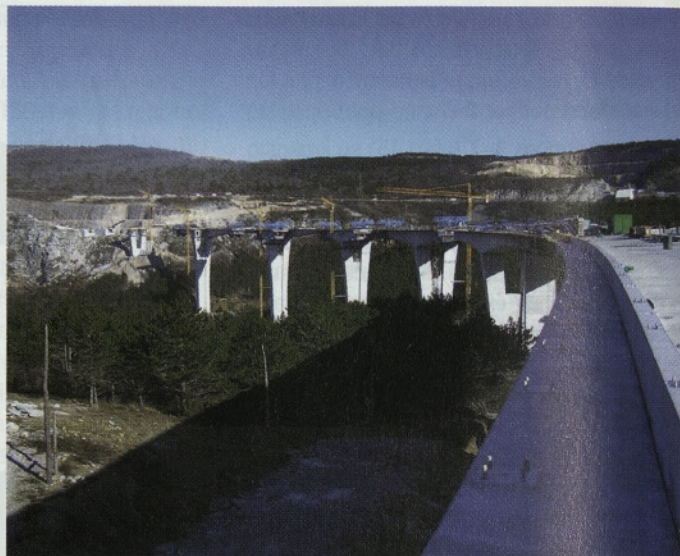
Zamaknjena opornika in oporni zid so temeljeni plitvo v kompaktni skali, temeljni bloki opornikov in opornega zidu pa so za-betonirani kontaktno, kar zagotavlja dodatno



Slika 14 • Pogled na visoke stebre in konzolne mize med gradnjo prekladne konstrukcije



Slika 15 • Pogled na stebre 5, 6, 7, ki so bili med prosto konzolno gradnjo prekladne konstrukcije dodatno podprti s kabli.



Slika 16 • Pogled na viadukt med gradnjo, december 2003

stabilnost podpor. Sicer sta opornika predvidena kot masivna, škatlaste oblike, z revizijskim hodnikom pod vodotesno dilatacijo D 720. Na obeh opornikih sta predvideni po dve prečno nepomični drsni ležišči P1 7500. Opornik 13 je skupen za obe prekladni konstrukciji in je globoko temeljen na pilotih prem-

era 118 cm, ki so dolgi do 11 m. Za opornikom na koprski strani je oporni zid, ki je prav tako globoko temeljen na pilotih. Tako zasnovan opornik je bil izveden enostavno in hitro, brez globokih in širokih izkopov, ki bi nastali v primeru plitvega temeljenja na masivnem stopničasto oblikovanem pasov-

nem temelju. Sicer je opornik predviden kot masiven, škatlaste oblike, z revizijskim hodnikom pod vodotesno dilatacijo D 720. Na oporniku ležita prekladni konstrukciji na po dveh drsni ležiščih P1 6000, ki sta prečno nepomični.

5 • SKLEP

Viadukt Črni Kal je nedvomno najzahtevnejši most, ki se gradi v okviru gradnje avtocestnega omrežja v Republiki Sloveniji (slika 16). Pri izvedbi viadukta so vključeni priznani strokovnjaki iz posameznih področij (projektanti, revidenti, nadzorni inženirji, strokovne institucije za izvedbo kontrol in superkontrol vgrajenih materialov) kakor tudi specializirana izvajalska podjetja.

- Zahtevno temeljenje in izvedba vodnjakov globine do 21 m,
- gradnja stebrov višine do 95 m s samoplezajočim opažem,
- prosta konzolna gradnja in gradnja visokih stebrov na področju močne burje,

- izvedba nadvišanj konzolnih miz z razponom preko 140 m ob upoštevanju dejanskih reoloških karakteristik betona v skladu s terminskim planom gradnje,
- izredno zahtevne in precizne geodetske meritve
- reološke, elastične in trdnostne preiskave betonov,
- izvedba opazovanj med gradnjo in uporabo – neprekinjeno izvajanje usklajenih meritev hitrosti vetra, specifičnih deformacij v betonu in armaturi visokih stebrov ter prekladnih konstrukcij,
- meritev vibracij in pospeškov med gradnjo in uporabo,

- izvajanje kontrole kvalitete izvedbe del ter materialov ter
 - zahtevne računske linearne in nelinearne analize viadukta med gradnjo in uporabo, ob upoštevanju dejanskih karakteristik vgrajenih materialov ter presekov betona in armature zahtevajo od vseh udeležencev, ki so vključeni v realizacijo tega izredno zahtevnega in hkrati referenčnega objekta maksimalen napor ter celodnevno angažiranost.
- Trdno sem prepričan, da bo uspešna izgradnja viadukta Črni Kal omogočila tako slovenskim projektantom in nadzornikom kot izvajalskim podjetjem konkurirati pri izvedbi najzahtevnejših mostov tudi v tujini, kar je še posebej pomembno za slovensko gradbeno operativno kot celoto, ki se je prilagodila in predvsem sodobno tehnološko opremila za pospešeno gradnjo avtocest v Republiki Sloveniji.

OCENITEV KRITIČNE DOLŽINE SIDRANJA PRI OJAČITVI ARMIRANOBETONSKIH KONSTRUKCIJ S TRAKOVI Z OGLJIKOVIMI VLAKNI

THE ESTIMATION OF THE CRITICAL ANCHORING LENGTH OF THE CFRP STRIPS BONDED TO THE REINFORCED CONCRETE

**Mitja Kovačec, univ. dipl. inž. grad.,
doc. dr. Andrej Štrukelj, univ. dipl. inž. grad.,
Samo Lubej, univ. dipl. inž. grad.,
Marko Gotlin, univ. dipl. inž. grad.,**

Fakulteta za gradbeništvo, Smetanova 17, 2000 Maribor

Znanstveni članek

UDK 691.32+624.078.7/
.8+677.494.745.32

Povzetek | Dodatna ojačitev armiranobetonskih konstrukcij je potrebna iz različnih vzrokov. Nekateri od teh so: potreba po povečanju nosilnosti in uporabnosti objekta, spremembe statičnega sistema konstrukcije ter pomanjkljivosti pri projektiranju ali izvedbi. Pri ojačitvi armiranobetonskih konstrukcij se vedno pogosteje uporablja sistem ojačitve s trakovi z ogljikovimi vlakni. Pri tem se srečamo s pojmom kritične dolžine sidranja, ki predstavlja tisto mejo, preko katere povečevanje dolžine sidranja ne prispeva več k povečanju nosilnosti stika trak-lepilo-beton na območju sidranja. Članek opisuje izvedbo preskusa za določitev kritične dolžine sidranja pri ojačitvi armiranobetonskih konstrukcij s trakovi z ogljikovimi vlakni, primerjalni izračun po metodi končnih elementov ter interpretacijo dobljenih rezultatov. Kritična dolžina sidranja trakov je tista vrednost, pri kateri je dosežena največja nosilnost lepljenega stika trak-lepilo-beton.

Summary | The additional reinforcement of the structure is demanded due to different reasons. Some of them are: the need of increasing of bearing capacity, the change of the statical system or faultinesses in planning and construction. The reinforcement system consisting of the carbon fiber strips is often used today. Here the notion of the critical anchoring length occurs. It is defined as the limit after which the increasing of the anchoring length does not contribute to the increase of the carrying capacity of the connection of the carbon reinforcement, adhesive and concrete in the anchoring area. The paper describes the experiment carried out to find the value of the critical anchoring length of the carbon fiber reinforcement glued on the concrete structure. The detailed calculation using the 3D finite elements and the comparison of the obtained experimental and calculated results were also performed.

1 • UVOD

Namen preiskav je ugotoviti minimalno potrebno dolžino sidranja pri ojačitvi armiranobetonskih konstrukcij s trakovi z ogljikovimi vlakni.

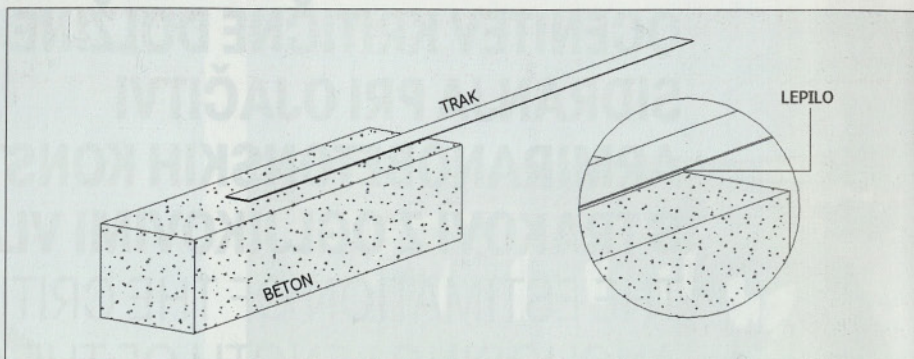
Določene preiskave (Täljsten, 1997) so bile v preteklosti že izvedene, a v glavnem le za sisteme ojačitve z jeklenimi trakovi (Žarnič,

1998). Pri teh preiskavah je bilo ugotovljeno, da s povečevanjem dolžine sidranja preko t.i. kritične vrednosti ne dosežemo večje nosilnosti konstrukcije.

Ker gre za podoben sistem, a drug material, je glavni cilj preiskav najti oz. določiti to vrednost tudi pri sistemih ojačitve s trakovi z ogljikovimi

vlakni. Ti se zaradi vedno nižje cene in trenda uveljavitve gradnje s sodobnimi gradbenimi materiali v praksi vse pogosteje uporabljajo. Zaradi izredno dobrih geometrijskih in mehanskih lastnosti ter enostavnega ravnanja z njimi vedno bolj izpodrivajo sisteme ojačitve z jeklenimi trakovi.

Preiskave smo opravili na betonskih preskušancih s prilepljenimi trakovi z ogljikovimi vlakni. Z vnosom natezne sile v trak smo strižno obremenili stik trak-lepilo-beton. vzdolž sidrnega območja smo spremljali razvoj specifičnih deformacij v odvisnosti od naraščanja natezne sile v traku (Gotlin, 2003).



Slika 1 • Shema preskušanca

2 • MATERIALI

2.1 Beton

Betonski nosilec ima vlogo armiranobetonske konstrukcije. Uporabili smo preskušance dimenzij 60/20/20 cm. Na podlagi preiskav je bila določena tlačna trdnost ($f_{ck} = 45,7$ MPa) in modul elastičnosti betona ($E_{cm} = 35,8$ GPa).

2.2 Trakovi

Pri preiskavah smo uporabili trakove tipa SIKA CarboDur S 512, širine 50 mm in debeline 1,2 mm. Na podlagi preiskav natezne trdnosti smo določili modul elastičnosti trakov, uporabljenih pri naših preskusih. Preiskava je bila

izvedena na treh vzorcih, srednja vrednost pa znaša: $E_t = 172660$ kN/mm².

Mehanske lastnosti trakov SIKA CarboDur S 512 (Sika, 1999)

| | |
|------------------------|----------------------------------|
| Natezna trdnost | $f_t = 3000$ N/mm ² |
| Modul elastičnosti | $E_t = 172660$ N/mm ² |
| Raztezek pri porušitvi | $\epsilon_t = 1,7$ % |
| Prostorninska masa | $\rho_t = 1,6$ g/cm ³ |
| Prečni prerez | $A_t = 60$ mm ² |

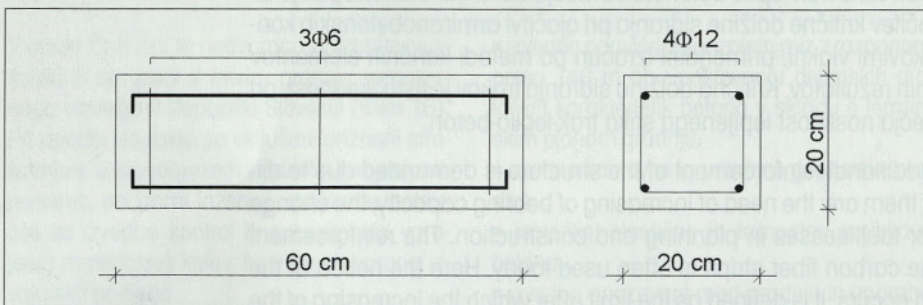
2.3 Lepilo

Za lepljenje trakov na betonsko podlago smo uporabili dvokomponentno lepilo Sikadur 30

Normal. Komponenta A (bele barve) je smola, komponenta B (črne barve) pa trdilec. Zmešamo ju v razmerju 3:1, tako da nastane svetlo siva kremasta zmes. Delovna temperatura nanosa lepila naj bo po priporočilu proizvajalca med 15 °C in 35 °C.

Mehanske lastnosti lepila Sikadur 30 Normal

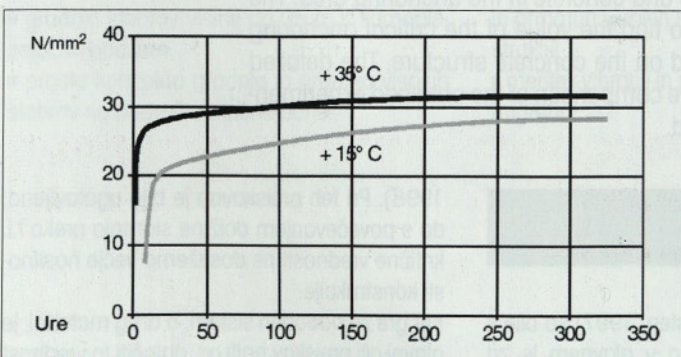
| | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Natezna trdnost – porušitev betona | $f_t = 4$ N/mm ² |
| Strižna trdnost – porušitev betona | $f_s = 15$ N/mm ² |
| Modul elastičnosti | $E_t = 10000$ N/mm ² |
| Strižni modul | $G_t = 3600$ N/mm ² |
| Prostorninska masa (A+B) | $\rho_t = 1,77$ kg/dm ³ |



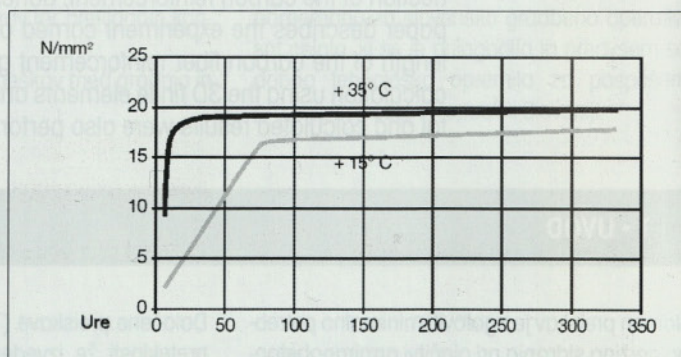
Slika 2 • Geometrija in armatura betonskega nosilca

Diagrama na slikah 3 in 4 prikazujeta časovni razvoj natezne in strižne trdnosti lepila pri dveh različnih temperaturah (15 °C in 35 °C). Trdnosti so višje in dosežene prej pri višji temperaturi.

Preiskave smo izvajali v laboratorijskih pogojih pri temperaturi 25 °C, od lepljenja do izvajanja preskusa pa je minilo najmanj 10 dni. Lepilo v tem času doseže skoraj 100 % končne trdnosti, tako natezne kakor tudi strižne.



Slika 3 • Časovni razvoj natezne trdnosti lepila po DIN 43455



Slika 4 • Časovni razvoj strižne trdnosti lepila po podatkih proizvajalca

3 • PRIPRAVA PRESKUŠANCEV

3.1 Priprava površine betona in trakov

Podlaga betona mora biti čista, brez maščob in olj ter slabo vezanih delcev. Če so na površini večje neravnine oz. poškodbe, jih moramo predhodno zapolniti s sanacijsko malto. Ker so bili preskušanci zabetonirani posebej za ta preskus, na površini ni bilo nobenih maščob in olj, nevezane delce pa smo odstranili z ustrežno pripravo površine. Le-ta je bila pred lepljenjem trakov peskana in nato očiščena prahu in nevezanih delcev s curkom stisnjene zraka.

Trakove smo pred nanosom lepila temeljito očistili oz. razmastili. Za ta namen smo uporabili univerzalno čistilo SIKA Colma Reiniger, ki se uporablja za čiščenje trakov in orodja, nasploh pa je zelo uporabno pri delu z epoksidnimi smolami.

3.2 Lepljenje trakov

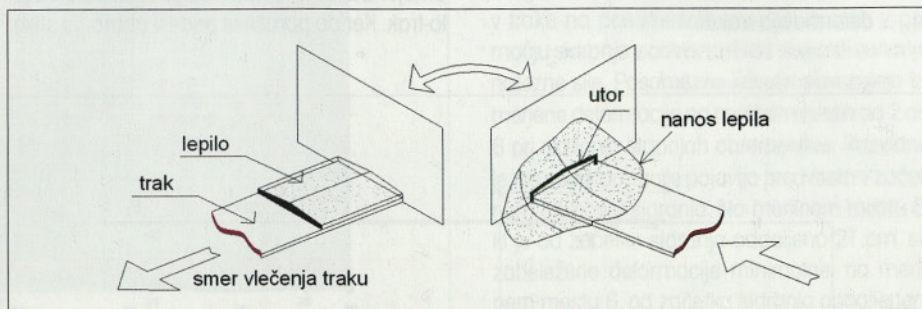
Lepilo nanesemo na trak z orodjem (slika 5), ki omogoča enakomeren nanos vzdolž traku. Debelina plasti lepila je na robovih traku 1 mm, v sredini pa 2 mm.

Če je površina preskušancev dokaj ravna in brez poškodb, nanjo v širini traku z lopatico nanesemo 1 mm debel sloj lepila. Trak z nanesenim lepilom vtisnemo v lepilo na betonski podlagi in ga utrdimo z valjčkom, pri čemer iztisnemo morebitne zračne mehurčke in odvečno lepilo. To na koncu odstranimo.

3.3 Označevanje preskušancev

Pri lepljenju trakov na betonsko površino smo spreminjali dolžino sidranja od 10 do 40 cm. Zaradi omejenega števila preskušancev (10)

Vsaka meritev je označena s številko serije, številko preskušanca in dolžino sidranja. "S2-8-30" je oznaka za meritev v drugi seriji



Slika 5 • Nanos lepila na trak

smo meritve opravljali v treh serijah. Ker smo imeli nekaj težav z merilno opremo, smo uspešno opravili 12 preskusov.

na preskušancu št. 8, dolžina sidranja traku 30 cm.



Slika 6 • Različne dolžine sidranja trakov na betonsko podlago

4 • STROJNA IN MERILNA OPREMA

Preskuse smo izvedli na univerzalnem nateznem stroju "Hecker EDZ 100". Preskušanec smo namestili v stroj, trak pa vpeli z vpenjalnimi čeljustmi, ki so nameščene v pomičnem delu naprave. Da ne bi prišlo do razcepa trakov na mestu vnosa obremenitve, smo na trakove z obeh strani prilepili kovinske ploščice. Obremenitev smo povečevali postopoma do porušitve lepljenega stika.

Ves čas od namestitve preskušanca v vpenjalno napravo nateznega stroja do porušitve smo spremljali pomike in deformacije traku.

Pomike smo merili z induktivnim merilcem, nameščenim na nateznem stroju, deformacije

pa z merilnimi lističi. Programska oprema, ki je služila za krmiljenje meritev, je omogočala zapis teh dveh parametrov v časovnem intervalu petih sekund.

5 • IZVEDBA PRESKUSOV

5.1 Preskus z enim merilnim mestom

Pri vseh meritvah so bile izmerjene deformacije traku in pomiki prostega konca traku. Ti podatki so bili zabeleženi v časovnem intervalu petih sekund. Na podlagi deformacij in znanih me-

hanskih in geometrijskih lastnosti trakov smo izračunali natezne sile v traku od začetka obremenjevanja do porušitve. Zadnja vrednost je porušna sila, to je maksimalna obremenitev, ki jo vezni stik (trak-lepilo-beton) še prenese.

$$F_{(t)} = E \cdot A \cdot \epsilon_{(t)} \quad (1)$$

E ... elastični modul traku, $E = 172660 \text{ N/mm}^2$

A ... prečni prerez traku, $A = 60 \text{ mm}^2$

$\epsilon_{(t)}$... deformacija traku

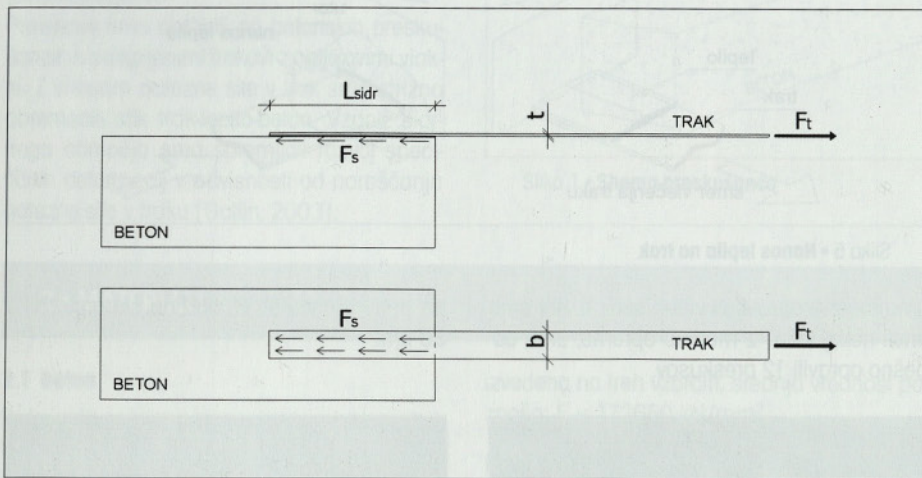
Iz ravnotežnega pogoja sledi, da je strižna sila (F_s), ki se aktivira v stiku, enaka zunanji natezni obtežbi (F_t). Velikost zunanje obtežbe je tako omejena s strižno nosilnostjo stika beton-lepilo-trak. Ker do porušitve pride v območju stika,

sklepamo, da je mogoče ugotoviti odvisnost med dolžino sidranja in zunanjo natezno obtežbo. Zato primerjamo velikost porušnih sil pri različnih dolžinah sidranja (10–40 cm).

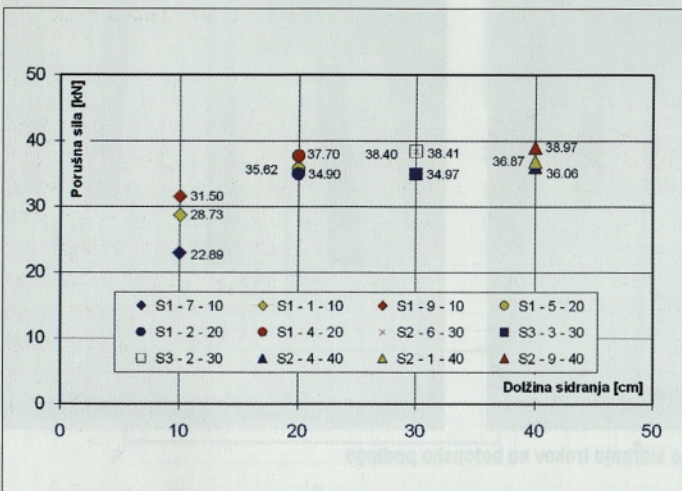
Iz diagrama na sliki 9 ugotovimo, da z večanjem dolžine sidranja dosegamo večje porušne sile, saj se povečuje strižna površina in s tem strižna odpornost veznega stika. Od določene vrednosti dalje pa to ne velja več. Iz tega sklepamo, da obstaja neka mejna dolžina sidranja, pri kateri je dosežena maksimalna strižna odpornost veznega stika. Ta vrednost se nahaja v območju med 20 in 30 cm in jo imenujemo kritična dolžina sidranja.

5.2 Preskus s šestimi merilnimi mesti

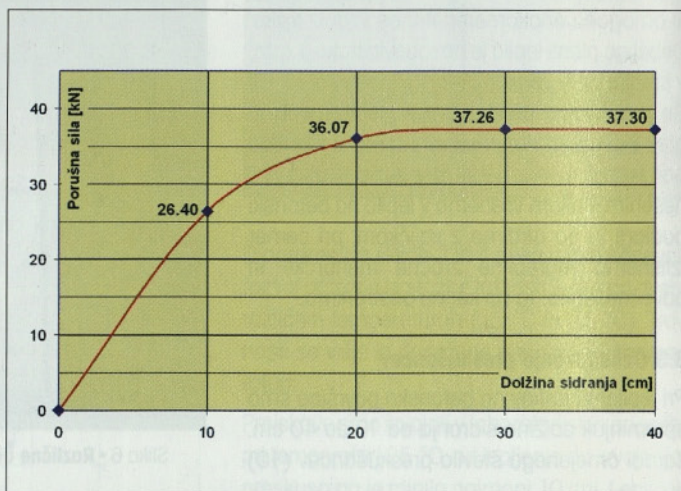
Za potrditev zgornjega sklepa smo izvedli drugačne meritve. Preskus smo opravili na preskušancu z dolžino sidranja traku 30 cm. Deformacije so bile merjene na šestih merilnih mestih. Prvo merilno mesto je bilo na prostem delu traku, 10 cm od roba betonskega preskušanca, preostalih pet pa enakomerno razporejenih po celotnem območju sidranja traku.



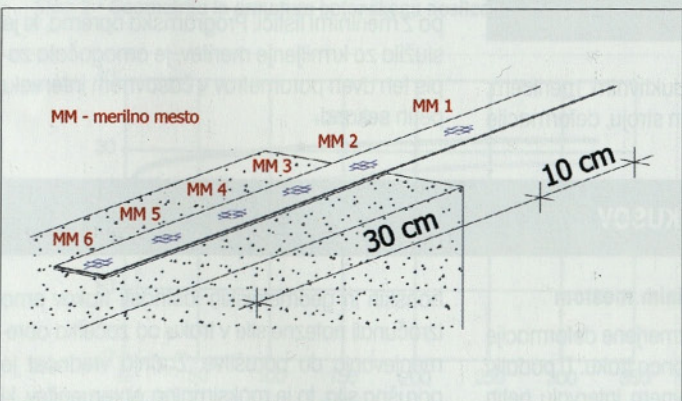
Slika 7 • Prikaz sil, ki se pojavijo med obremenitvijo traku



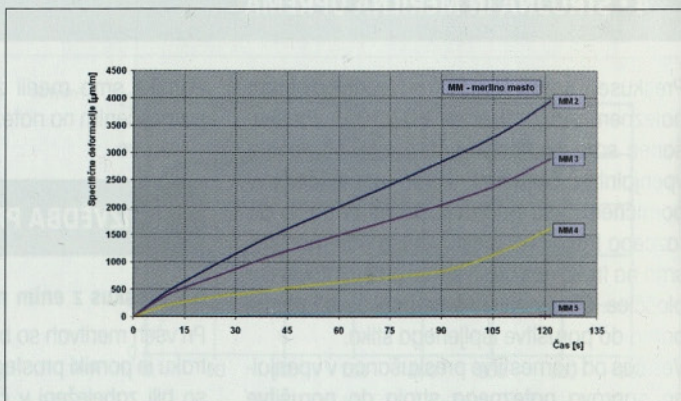
Slika 8 • Vrednosti porušnih sil pri različnih dolžinah sidranja



Slika 9 • Povprečne vrednosti porušnih sil pri različnih dolžinah sidranja



Slika 10 • Merilna mesta

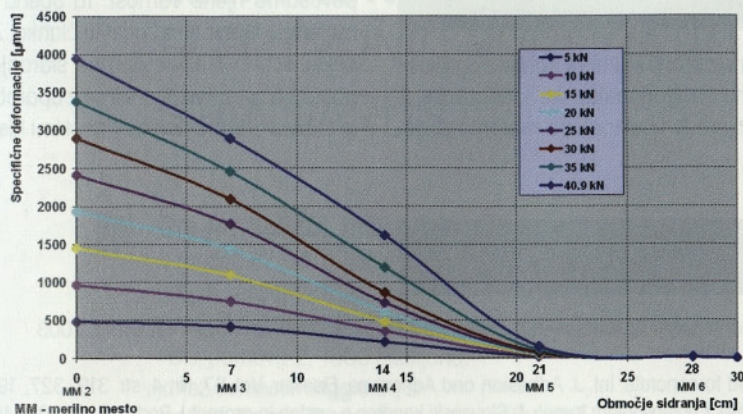


Slika 11 • Razvoj specifičnih deformacij v odvisnosti od časa

sidranja oziroma kritično dolžino sidranja, smo izmerjene vrednosti deformacij predstavili v odvisnosti od kraja vzdolž območja sidranja. Diagram na sliki 12 prikazuje razvoj deformacij v traku na posameznih merilnih mestih v območju sidranja v odvisnosti od velikosti zunanje natezne sile. Posamezne krivulje povezujejo izmerjene deformacije na merilnih mestih od 2 do 6 pri različnih stopnjah obremenitve. Razvidno je, da se deformacije pojavijo predvsem v začetnem območju sidranja. Na merilnem mestu 5, ki je od začetka sidranja oddaljeno 21 cm, so zabeležene deformacije minimalne, na merilnem mestu 6, od začetka sidranja oddaljenem za 28 cm, pa skoraj zanemarljive. To velja tudi za najvišjo stopnjo obremenitve, pri kateri nastopi porušitev lepljenega stika.

Kritična dolžina sidranja trakov je torej v območju med 20 in 30 cm, kot smo ugotovili že pri prejšnjem preskusu. Na podlagi diagrama na sliki 12 lahko to vrednost ocenimo še bolj natančno, in sicer okrog 23 cm. Sklepamo, da bi bilo povečevanje območja sidranja nad kritično vrednost nesmiselno, saj s tem ni mogoče doseči večje nosilnosti lepljenega stika in tudi možnosti prenosa večjih obremenitev iz traku v beton.

ranja (3800 $\mu\text{m/m}$). Približno 20 cm od začetka sidranja, kjer rdeča barva prehaja v rumeno, so te vrednosti le še okoli 200 $\mu\text{m/m}$, medtem ko so vrednosti, ki jih ponazarjajo zeleni in modri odtenki, praktično zanemarljivo majhne. To pomeni, da se je obremenitev iz traku preko lepljenega stika v celoti prenesla v beton v območju, označenem z rdečo in rumeno barvo, kar se ujema z ugotovitvijo v točki 5, da je kritična dolžina sidranja med 20 in 30 cm.



Slika 12 • Deformacije vzdolž območja sidranja v odvisnosti od stopnje obremenitve

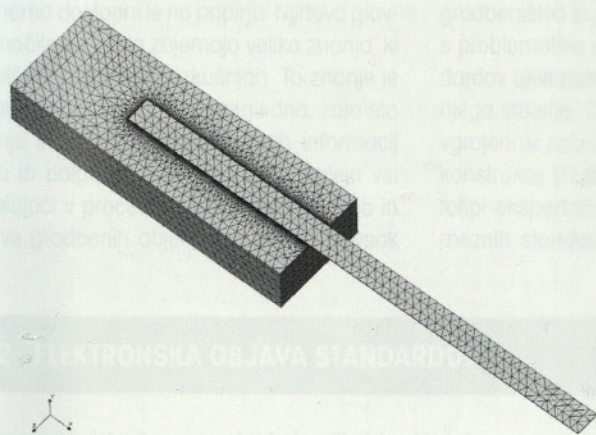
Na sliki 11 je prikazan razvoj deformacij v traku v območju sidranja v odvisnosti od časa. Vidno je, da so deformacije večje in hitreje naraščajo na začetku območja sidranja traku (merilno mesto 2) in da na mestih, ki so od začetka sidranja bolj oddaljena (merilni mesti 3 in 4), počasneje naraščajo. Merilno mesto 6,

ki je od začetka sidranja oddaljeno 28 cm, ne zabeleži omembe vrednih deformacij niti ob koncu, ko pride do porušitve lepljenega stika. Očitno je, da obstaja kritično območje sidranja, v katerem se obremenitev iz traku preko lepljenega stika v celoti prenese v beton. Da bi ugotovili velikost tega t.i. aktivnega območja

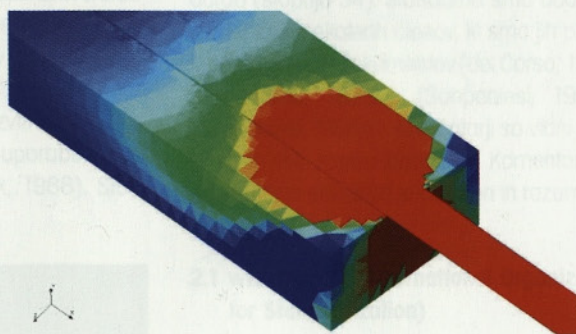
6 • PRIMERJALNA ANALIZA

Vzporedno z izvedbo preskusov smo opravili tudi primerjalno analizo po metodi končnih elementov z računalniškim programom Cosmos Design Star. Pri tem smo upoštevali geometrijske in mehanske lastnosti materialov, ki sestavljajo preskušanece. Model preskušance smo obremenili z zunanjo natezno silo in ugotovili,

da je velikost aktivnega območja sidranja 25 cm, kar potrjuje do sedaj zbrane ugotovitve. Na sliki 14 je razvidno, da so deformacije največje na začetku sidranja in da se vzdolž območja sidranja hitro zmanjšujejo. To smo ugotovili že pri predstavitvi rezultatov meritev preskusa. Največje vrednosti so na začetku sid-



Slika 13 • Model preskušance



Slika 14 • Deformacije vzdolž območja sidranja

7 • SKLEP

Na podlagi rezultatov preskusov in primerjalne analize po metodi končnih elementov, opisanih v tem prispevku, smo ocenili vred-

nost kritične dolžine sidranja trakov z ogljikovi- mi vlakni na armiranobetonske konstrukcije. S povečevanjem te vrednosti ne moremo zago-

toviti večje nosilnosti konstrukcije, lahko samo povečamo njeno varnost. Ta ocena velja za materiale, opisane v začetku članka. Za sploš- nejšo oceno kritične dolžine sidranja bi bilo potrebno preiskave izvršiti še z uporabo trakov in veziv z drugačnimi mehanskimi lastnostmi.

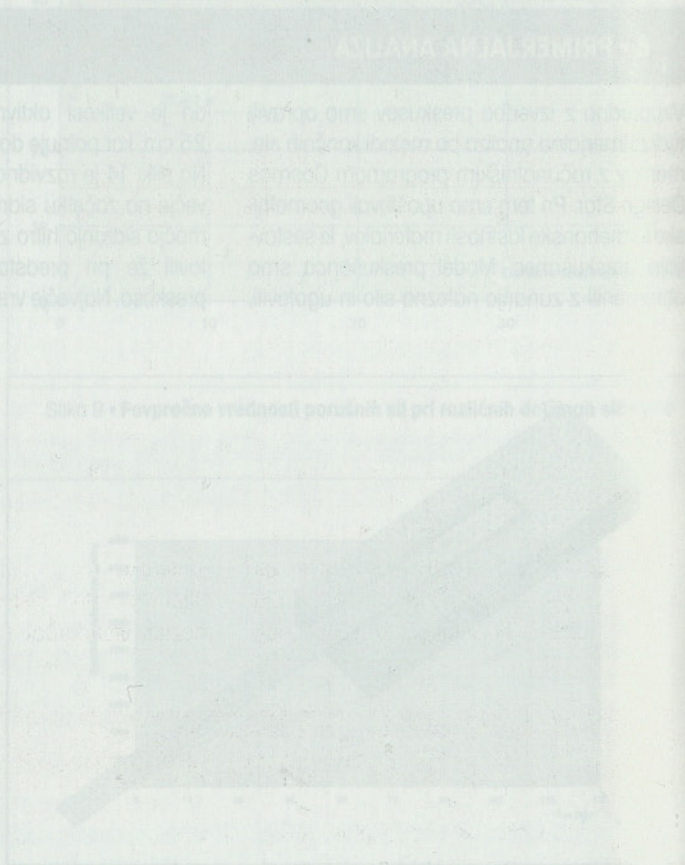
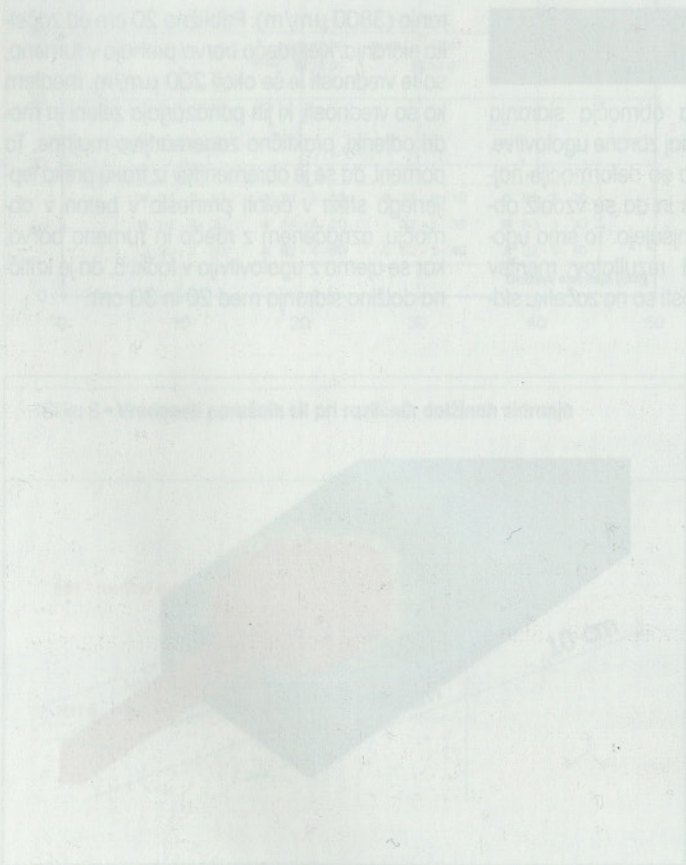
8 • LITERATURA

Gotlin, M., Tehnologija in uporaba FRP-kompozitov za ojačitev AB-konstrukcij, Diplomsko delo, Fakulteta za gradbeništvo, Univerza v Mariboru, 2003.

Sika CarboDur sistemi, Sika d.o.o. Trzin, 1999.

Täljsten, B., Defining anchor lengths of steel and CFRP plates bonded to concrete, Int. J. Adhesion and Adhesives, Elsevier, Vol. 17, Nr. 4, str. 319–327, 1997.

Žarnić, R., Bokan Bosiljkov, V., Bosiljkov, V., Zvišanje upogibne nosilnosti z nalepljanjem lamel, 4. Slovenski kongres o cestah in prometu, Portorož, str. 398–406, 1998.



ELEKTRONSKA OBJAVA STANDARDOV

ELECTRONIC PUBLICATION OF STANDARDS

Gregor Šuligoj, univ. dipl. inž. grad.,

Kotredež 37, 1410 Zagorje ob Savi,
gregor.suligoj@kiss.si

prof. dr. Janez Duhovnik, univ. dipl. inž. grad.,

FGG, Jamova 2, 1000 Ljubljana,
janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si

as. dr. Tomo Cerovšek, univ. dipl. inž. grad.,

FGG, Jamova 2, 1000 Ljubljana,
tcerovsek@fgg.uni-lj.si

Strokovni članek UDK 006:624:681.3.05

Povzetek | Članek obravnava objavljanje standardov v elektronskih medijih. Elektronski mediji so posebej primerni zato, ker omogočajo lažjo pripravo, distribucijo in uporabo standardov. Predstavljene so nekatere obstoječe elektronske predstavitve gradbeniških standardov, podrobneje pa je obravnavana uporaba označevalnih jezikov XML in HTML. Kot zgled je uporabljen evrokod za obtežbo snega.

Summary | The paper discusses the publication of standards in the electronic media. Digital media is especially convenient for preparation, distribution and use of building codes and standards. Some existing electronic presentations of the standards in the field of civil engineering are presented, and the use of the markup languages XML and HTML is discussed in details. As an example, the Eurocode for snow loading is used.

1 • UVOD

Standardi so pomemben vir znanja in podatkov. Število standardov, ki jih mora gradbenik pri svojem delu upoštevati, je zelo veliko, nekateri med njimi pa so zelo obsežni. Sedaj so večinoma dostopni le na papirju. Njihova glavna značilnost je, da zajemajo veliko znanja, ki temelji na dolgoletnih izkušnjah. To znanje je navadno zelo široko in nepregledno, zato sta iskanje in interpretacija potrebnih informacij težka in dolgotrajna. S tem se srečujejo vsi sodelujoči v procesu gradnje, vzdrževanja in rušitve gradbenih objektov. Zato naj bi vsak

sistematični postopek objave standardov pripomogel odpraviti omenjene težave.

Na Inštitutu za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo (IKPIR) Fakultete za gradbeništvo in geodezijo (FGG) v Ljubljani se s problematiko elektronske predstavitve standardov ukvarjamo od sedemdesetih let prejšnjega stoletja. Deli standardov so bili najprej vgrajeni v računalniške programe za račun konstrukcij (Fajfar, 1972). Razviti so bili prototipi ekspertnih sistemov za uporabo posameznih standardov (Duhovnik, 1988). Stan-

dardi so bili zapisani v obliki datoteke za pomoč pri uporabi določenega programa (Isaković, 1993), nazadnje pa smo se ukvarjali s splošno kompjuterizacijo gradbenih standardov (Cerovšek, 1988).

V članku je opisan postopek zapisa v slovenščino prevedenega evrokoda EN 1991-1-3 Obtežbe snega (CEN, 2001) v HTML in XML obliko. Izhajali smo iz končnega osnutka standarda (stopnja 34). Standardu smo dodali še komentarje nekaterih členov, ki smo jih privzeli iz spremljajočih dokumentov (del Corso, 1999), (Sanpaolesi, 1999a), (Sanpaolesi, 1999b), (Sanpaolesi, 1999c). Komentarji so vidni tudi v HTML in XML zapisu standarda. Komentarjev ni veliko, ker je standard enostaven in razumljiv.

2 • ELEKTRONSKA OBJAVA STANDARDOV

Obstoječe predstavitve se med seboj razlikujejo po obliki, formatu in po številu različnih pripomočkov, ki olajšajo delo s standardom. V na-

daljevanju sledi predstavitev treh svetovnih ponudnikov, ki ponujajo elektronsko obliko standardov in dveh projektov na FGG v Ljubljani.

2.1 www.iso.org (International Organization for Standardization)

ISO (ISO, 2004) je največji razvijalec standardov na svetu. Sestavljen je iz mreže 148 nacionalnih inštitutov za standardizacijo, kjer vsako državo predstavlja po ena organizacija.

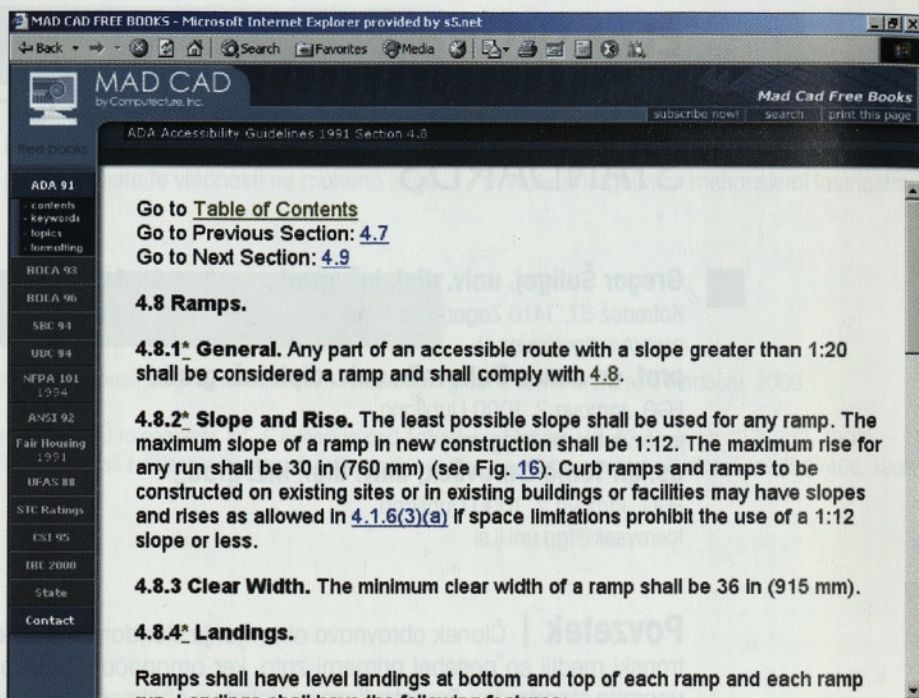
ISO je nastal 23. februarja 1947. Od tedaj do danes je izdal več kot 13700 mednarodnih standardov, ki pokrivajo področja od tradicionalnih aktivnosti, kot so kmetijstvo, gradbeništvo in strojništvo, do informacijske tehnologije. ISO ima na svoji spletni strani trgovino, kjer je mogoče naročiti standarde. Te ponujajo samo v dveh oblikah: na papirju ali kot PDF datoteke. Oboje pošljejo po pošti, PDF datoteke pa lahko dobimo tudi z njihove spletne strani. Pred tem se moramo registrirati. Da bi PDF datoteke uporabljali le kupci, jih je ISO zaščitil tako, da ima vsaka stran v datoteki vodni žig s podatki o kupcu. V tem žigu je posebej poudarjeno, da je datoteka namenjena samo enemu uporabniku.

2.2 www.madcad.com (ICC Building Code Online)

MAD CAD (MAD CAD, 2004) je spletna stran, kjer imajo registrirani uporabniki dostop do gradbenih standardov, rešitev in navodil. Omogoča dostop do izčrpnih medsebojno povezanih zbirk gradbenih, elektriških, strojniških, inštalacijskih, protipožarnih in vzdrževalnih standardov. Ta zbirka standardov, skupaj z iskalniki in organizacijskimi orodji, omogoča preprost in učinkovit sistem za iskanje arhitekturnih in gradbenih rešitev. Prvo poskusno verzijo MAD CAD-a je leta 1996 sestavila arhitektka Atosay-eva, ker je hotela zmanjšati izgubo časa, dela in vložnega denarja pri iskanju standardov in informacij. Leta 1999 je podjetje Compu.tecture razvilo internetno verzijo. Poleti leta 2000 je isto podjetje zaključilo dogovore z založniki standardov, nakar je sledila objava na spletu. Danes ponujajo več kot 200 standardov. Standardi so zapisani v HTML obliki. Zaslona je razdeljen na dve okni (slika 1), kjer desno prikazuje kazalo, v levem pa je prikazana vsebina. Pri vsakem standardu se nam v kazalu prikažejo povezave na vsebino, ključne besede in teme. V glavnem oknu se prikaže poglavje, katero vsebuje povezave na prejšnje in naslednje poglavje, povezavo na kazalo, notranje povezave po standardu ali odstavku in povezave do slik. Stran ima tudi iskalnik, s katerim poiščemo želeni podatek.

2.3 www.naffainc.com (Naffa International's World of Building Codes)

NAFFA International (Naffa, 2004) je multidisciplinarno svetovalno podjetje arhitektov,



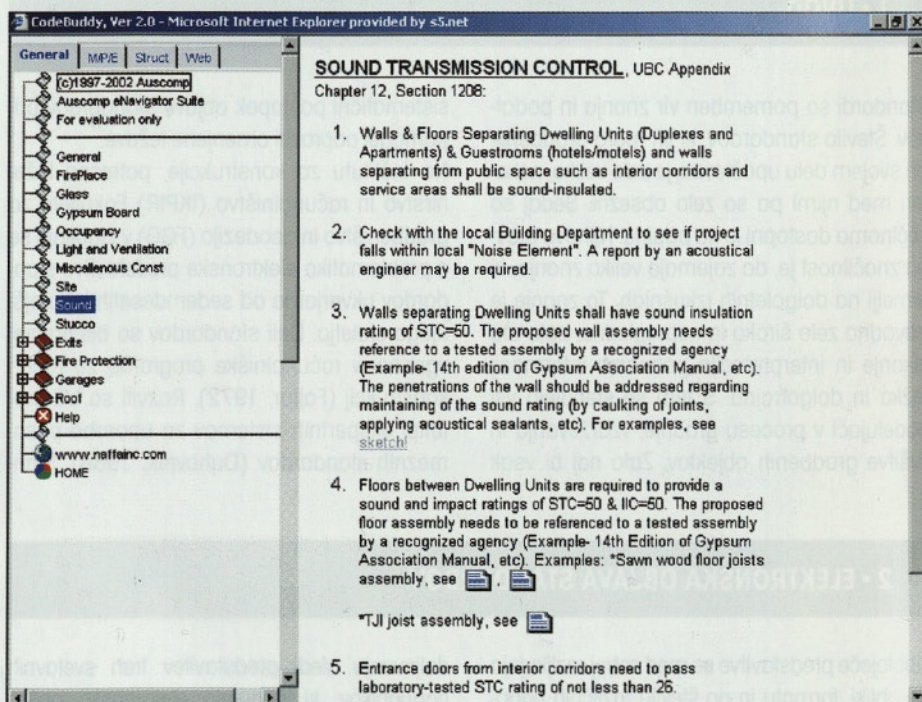
Slika 1 • Spletna stran www.madcad.com

inženirjev in oblikovalcev spletnih strani, ki nudijo gradbeniške standarde. Sedež ima v Združenih državah Amerike, v Kaliforniji. Podjetje pokriva naslednja področja:

- revizijo projektov,
- tehnično svetovanje za gradbene standarde in tečaje za njihovo uporabo,

- razvijanje programov za predstavitev standardov,
- rešitve s pomočjo spleta.

Spletna stran podjetja, poznana tudi kot "World of building codes", je krovna stran številnih služb in proizvodov, ki jih nudi NAFFA. Nudijo gradbene standarde in z njimi poveza-



Slika 2 • Spletna stran www.madcad.com

na spletna orodja, forume v zvezi s standardi, baze podatkov in spletno preverjanje načrtov. Njihov program za predstavitev standardov se imenuje CodeBuddy. To je zgoščanka z interaktivno bazo standardov. Ta vsebuje besedilo, preglednice, povezave in grafične predstavitve. CodeBuddy zajema standarde s področja gradbeništva, strojništva, inštalacij in elektrotehnike. Uporabnik pregleduje standarde preko brskalnika, nameščen pa mora biti tudi program Java. Uporabnik izbira med različnimi temami standarda, katere vsebina se nato prikaže v glavnem oknu skupaj s pripadajočimi povezavami, ki vodijo do diagramov, delov standarda ali do sorodnih tem (slika 2). Registrirani uporabniki lahko popravke programa, spremembe ali dodatke standardov dobijo in osvežijo preko spleta. Na voljo sta različni programa za enega ali več uporabnikov.

2.4 EC8/2 kot Windows help datoteka

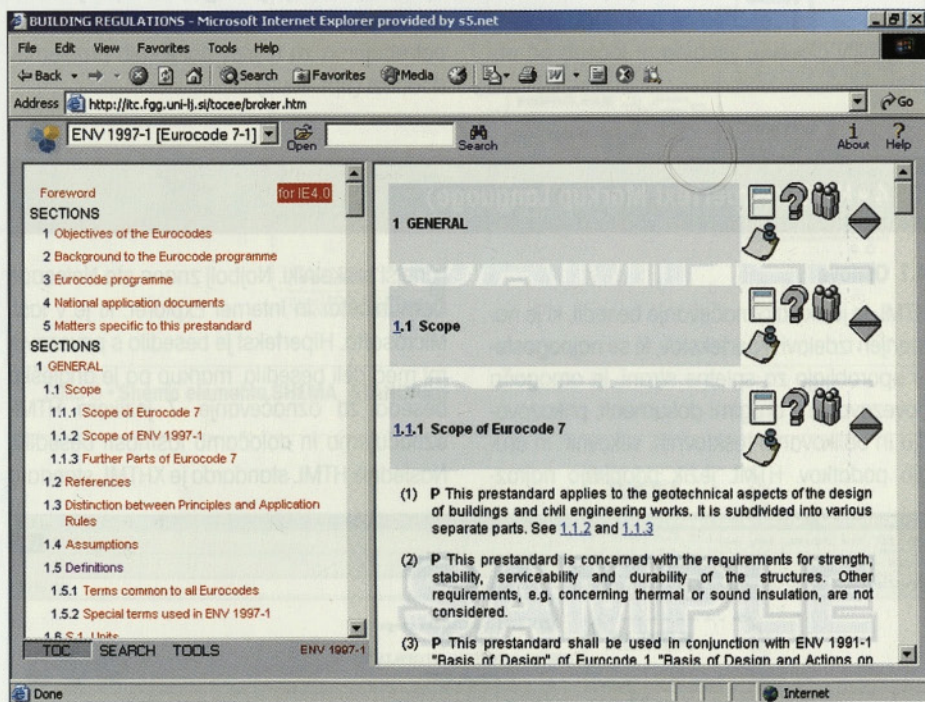
Leta 1994 je bil v Sloveniji sprejet drugi del standarda Eurocode 8. V njem so načela konstruiranja, kriteriji in pravila za potresno varno projektiranje mostov. V (Isaković, 1993) sta avtorja predstavila preveden standard in njegov vodič, ki sta ga pretvorila s pomočjo Windows help engine v Windows help datoteko.

2.5 Procesiranje standardov v projektu ToCEE

V (Cerovšek, 1998) sta avtorja predstavila nove možnosti objave standardov (slika 3). Izdelala sta pasivno predstavitev standardov v obliki hiperteksta, katero sta nadgradila z aktivnimi komponentami. Njun cilj je bil poenoteno upravljanje s predpisi; natisnjene predpise prevesti v obliko, katero lahko bere računalnik; omogočiti hitrejšo distribucijo med uporabniki;

zmanjšanje vrzeli med avtorji in uporabniki predpisov in prenos njune tehnologije v druge industrije. Z jezikom Perl sta izdelala program, ki omogoča avtomatiziranje ponavljajočih se operacij pri pretvorbi dokumentov v elektronsko obliko. Za organizacijo in iskanje podatkov na spletu sta uporabila orodje WODA (Web Oriented DATabase) (Woda, 2003), ki je bilo razvito na FGG v Ljubljani. Sistem za elektronsko objavo predpisov je zgrajen po principu strežnik-odjemalca. Strežnik streže informacije iz predpisov odjemalca. Odjemalca je brskalnik, lahko pa tudi CAD program, ki zna delovati na omrežju. Posebna oblika strežnika je "broker", ki odjemalca pove, kje je strežnik za določen predpis. Uporabnikovo okolje vsebuje

podsystem za iskanje po predpisih, podsystem za diskusijo in zabeleške in podsystem za aktivne komponente (CGI in ActiveX komponente). Na podlagi slednjih komponent spletni program generira obrazec za vnos vhodnih podatkov in izpis izhodnih podatkov. Posrednik predpisov BURGER (BUilding ReGulation brokER) je program, ki skrbi za enoten dostop do različnih strežnikov uredb. Hrani informacije o tem, kaj kateri od teh strežnikov zna, kje se nahaja, kako po njem iščemo. Sistem omogoča naročanje na periodično obveščanje o nekem parametru. Izdelan je bil tudi prototip "ministandarda", kateri predstavlja izvleček vseh členov, ki se nanašajo na določen problem.



Slika 3 • Spletna stran itc.fgg.uni-lj.si/tocee/broker.htm (Turk, 1998)

3 • ELEKTRONSKI ZAPISI STANDARDOV

Standarde lahko zapišemo v različne oblike datotek. Te se ločijo med seboj po preglednosti, dostopnosti in izraznosti. Datoteke ločimo med seboj tudi po tem, kakšen je njihov zapis. Binaren zapis je kodiran in koda uporabniku ni razumljiva, za razliko od ASCII, kjer pa je koda razumljiva. Za zapis standardov so primerne vrste datotek, v katerih se lahko pojavlja besedilo, slike, preglednice in enačbe. Nekatere od teh datotek so:

- DOC (Microsoft Word datoteka),
- PDF (Portable Document Format),
- HTML (HyperText Markup Language),
- XML (EXtensible Markup Language).

Obstajajo še druge vrste datotek, kot sta na primer RTF (Rich Text Format) in SXW (Open Office text), vendar njuna uporaba ni tako pogosta, obe pa sta podobni DOC datoteki. Podrobneje bomo opisali datoteki HTML in XML, ki sta bili uporabljeni v (Šuligoj, 2004).

3.1 DOC datoteke

Zapis teh datotek je binaren. Ta oblika datoteke služi največkrat pisanju standarda. Pisanje in oblikovanje datotek je uporabniku prijazno. V dokumentu lahko naredimo notranje povezave znotraj dokumenta, lahko pa klikčemo tudi zunanje datoteke. Standardov navadno ne zapisujemo v teh datotekah, ker se lahko oblika razlikuje pri različnih uporabnikih. Dobre lastnosti teh datotek so navzkrižno sklicevanje, branje preko zaslona in tiskanje. Slabi lastnosti pa sta povezanost vsebine in oblike in nerazumljivost zapisa za človeka.

3.2 PDF datoteke

Zapis teh datotek je binaren. Program, s katerim pregledujemo PDF datoteke, je Adobe Reader. V datoteki lahko ustvarimo pomožno kazalo, ki se nahaja na desni strani delovnega okna in ga lahko tudi izključimo. S tem kazalom lahko hitro potujemo po dokumentu do vsebine, ki nas zanima. V datoteko lahko vključimo tudi povezave, ki so lahko notranje ali zunanje. Zelo primerne pa so PDF datoteke za tiskanje, kar je tudi osnovni namen te datoteke. Dobre lastnosti teh datotek so, da dokument lahko zaščitimo pred spreminjanjem na različnih nivojih, navzkrižno sklicevanje, pri vseh uporabnikih enak izpis, lahko jih digitalno podpišemo. Slabe lastnosti pa so nerodno branje preko zaslona, ker se mu besedilo ne prilagodi, zapis ni razumljiv človeku, vsebina ni ločena od oblike.

3.3 HTML datoteke

Zapis teh datotek je v ASCII kodi. HTML datoteke se uporabljajo za predstavitve na spletu. Te lahko pregledujemo s spletnimi brskalniki. Dobra stran teh datotek za predstavitev standardov so povezave, ki so lahko notranje ali zunanje. Tudi branje datotek preko zaslona je uporabniku prijazno, saj se tekst spreminja z resolucijo zaslona. Kodiranje je razumljivo. Tudi v brskalniku imamo možnost povečanja ali zmanjšanja velikosti pisave. Slaba lastnost je ta, da sta oblika in vsebina združeni in zaradi tega vsebina ni vsestransko uporabna, pa tudi rezultati tiskanja so mnogokrat drugačni od pričakovanih. Enačbe so predstavljene kot slike, kar okrne njihovo uporabo, tiskanje je negotovo, izpis je lahko pomanjkljiv. HTML jezik je omejen, zato potrebujemo za rešitev določenih problemov dodatke (npr. Java).

3.4 XML datoteke

Zapis teh datotek je v ASCII kodi. Pri XML datotekah je vsebina ločena od oblike. Lahko jih uporabimo v več namenov, npr. kot besedilo, kot vhodne podatke za program ali pa kot spletno predstavitev (Cerovšek, 1998b). Ta zapis obeta, da bosta imela dva podobna programa enake zapise datotek. Dobre lastnosti so še: zapis je razumljiv za človeka in stroj, lahko zapisujemo kompleksne podatke, kot so enačbe (MathML), vektorske slike (SVG), mogoče je navzkrižno sklicevanje, zapis je primeren za delovne skupine, ki standarde pripravljajo v več jezikih, uporaben je kot vir znanja za uporabo v ekspertnih sistemih, lahko predpišemo strukturo dokumenta in iz istega vira lahko izdelamo več predstavitev. Slabe lastnosti pa so neavtomatizirano pretvarjanje v XML format in dolžina zapisa (XML datoteke so lahko zelo obsežne).

4 • HTML (HyperText Markup Language)

4.1 Osnove

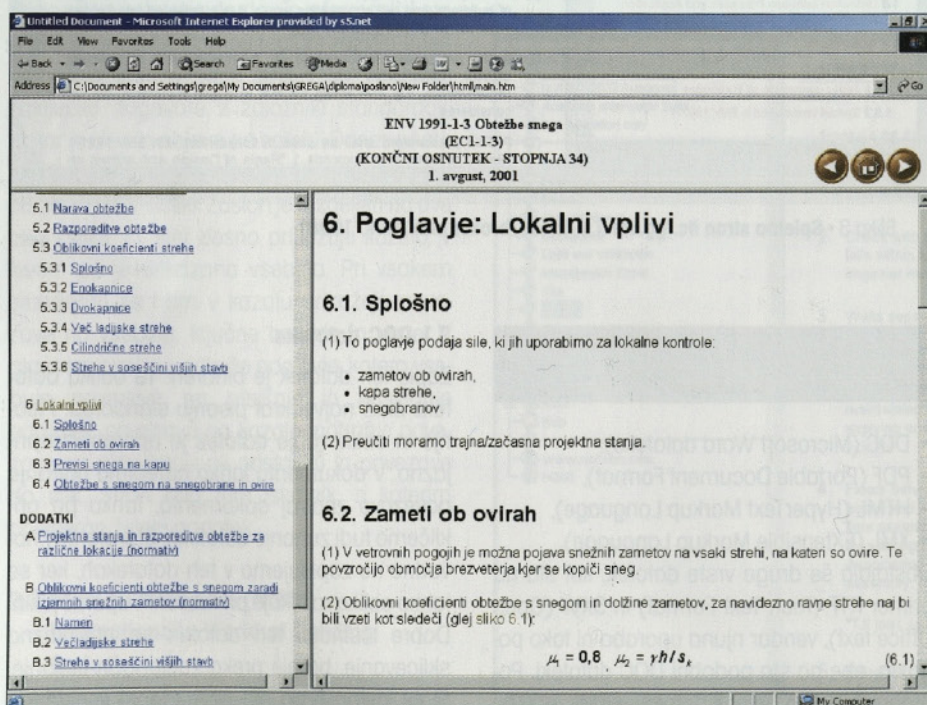
HTML je jezik za označevanje besedil, ki je namenjen izdelavi hipertekstov, ki se najpogosteje uporabljajo za spletne strani, in omogoča povezovanje z drugimi dokumenti, prikazovanje in oblikovanje tekstovnih, slikovnih in drugih podatkov. HTML jezik podpirajo najraz-

ličnejši brskalniki. Najbolj znana sta Netscape Communicator in Internet Explorer, ki je v lasti Microsofta. Hipertekst je besedilo s povezavami med deli besedila, markup pa je angleška beseda za označevanje. Z jezikom HTML označujemo in določamo lastnosti besedila. Naslednik HTML standarda je XHTML standard

(Extensible HyperText Markup Language). Ta preoblikuje HTML kot veljaven XML zapis (W3C, 2004).

4.2 Pretvorba DOC v HTML

Orodje za izdelavo HTML je zelo veliko. Med seboj so si zelo podobna. Razlikujejo se po videzu in dodatkih. Najbolj znana so Notepad, Frontpage, CoffeeCup HTML Editor, 1st Page in Dreamweaver. Pri pretvorbi evrokoda za obtežbo snega je bil uporabljen program Dreamweaver. Proces izdelave je potekal v več korakih. Najprej so bila določena okna na zaslonu. Zgornje okno vsebuje osnovne podatke o standardu. Dodani so mu trije gumbi, s katerimi se premaknemo na izhodiščno stran, gremo eno stran nazaj ali pa naprej. Kazalo vsebuje povezave na poglavja, podpoglavja in dodatke, ki se prikažejo v glavnem oknu. Pri pisanju teh povezav je treba paziti na to, da se želena vsebina prikaže v glavnem oknu in ne čez cel zaslon. Vsa poglavja in dodatki so bili oblikovani posebej. Vsebina je bila kopirana iz Wordove datoteke. Vsako poglavje ima na koncu gumb, s katerim se premaknemo na naslednje poglavje. Enačbe v dokumentih so prikazane kot slike. Sidra so bila postavljena ročno, ker jih ni bilo veliko. V (Cerovšek, 1998) je opisano orodje, ki samo postavi sidra in jih poveže z vsebino. Zadnji korak je kontrola povezav in pravilnega prikazovanja. Končni rezultat kaže slika 4.



Slika 4 • HTML prikaz evrokoda za obtežbo snega

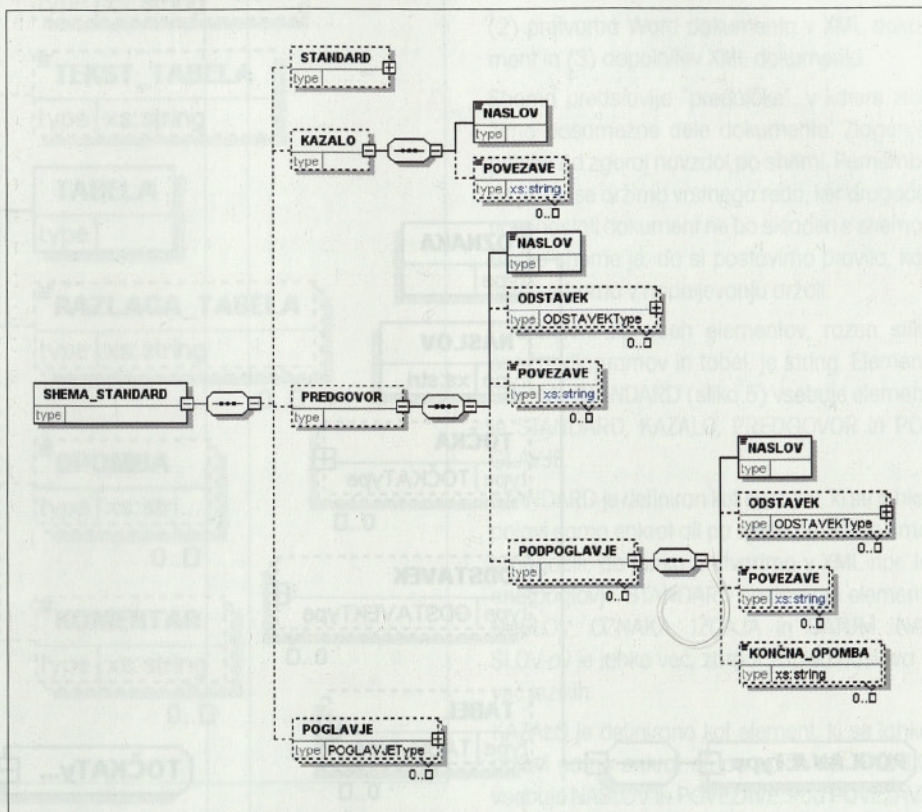
5 • XML (Extensible Markup Language)

5.1 Osnove

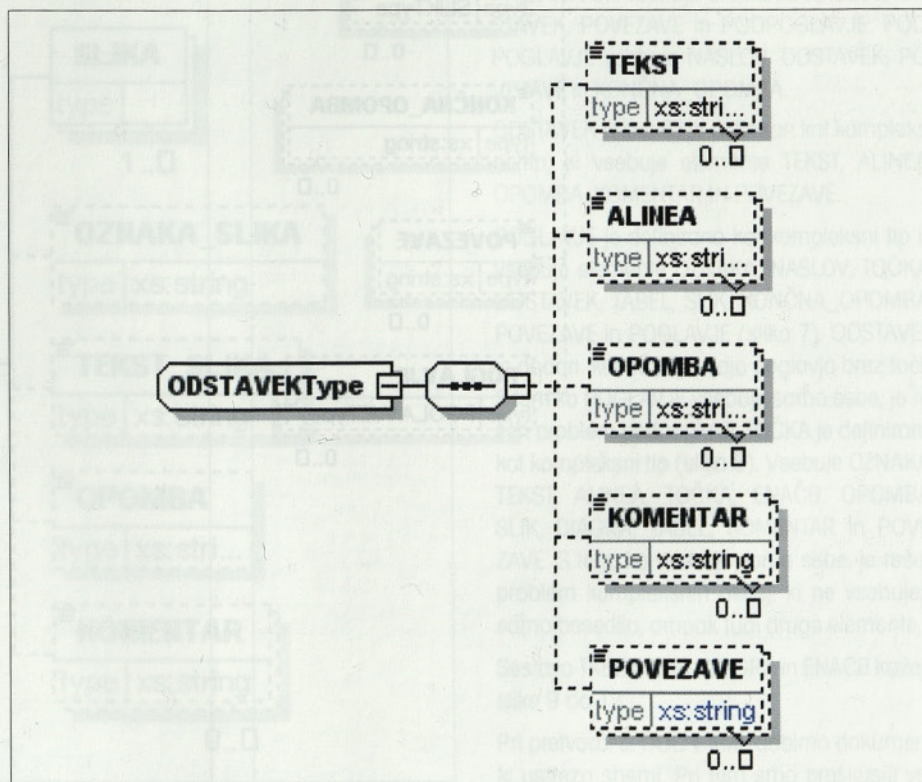
XML je podatkovni standard (Kovačič, 2001), (Drofenik, 2001), (W3C, 2004). Določa način zapisovanja podatkov. Leta 1998 ga je izdal W3C (World Wide Web Consortium). Standard je bil revidiran leta 2000. Izpeljan je bil iz starejšega bolj zapletenega standarda SGML (Standard Generalized Markup Language). SGML je za svetovni splet predrag (draga orodja), presplošen in preveč kompleksen. SGML danes uporabljajo v velikih podjetjih in vladnih organizacijah. XML v kompleksnih sistemih, kot je npr. letalska industrija, SGML-ja ne verjetno ne bo mogel nadomestiti. Po drugi strani pa uporabnikom SGML-ja, ki bodo želeli preiti na XML, to ne bo težko, ker je XML del SGML-ja. Standard XML omogoča učinkovitejši prenos podatkov med programi. Razvoj programov je zato hitrejši, cenejši in bolj zanesljiv. S pomočjo XML lahko prenašamo podatke tudi med različnimi operacijskimi sistemi. XML temelji na označenih podatkih. Oznake opisujejo in določajo pomen podatkov. Oznake podatkov na določenem področju lahko standardiziramo. Takim standardiziranim podatkom lahko rečemo podatkovni slovar. Z njim precizno določimo pomen določenih besed. Podatkovne slovarje pa lahko obdelujejo tudi računalniki. Ena izmed težav, ki jih rešuje standard XML, je tudi preprečevanje podvajanja podatkov. XML omogoča zapis podatkov v nevtralni obliki, ki jo lahko na standarden način predelamo v druge oblike. Podatki so lahko enostavni (števila, datumi, imena, nizi znakov, ...), lahko pa so tudi sestavljeni. XML omogoča na enostaven način uporabo sestavljenih podatkov. Podatki med oznakama lahko vsebujejo druge označene podatke. Med uporabo XML dokumentov moramo preveriti njihovo pravilnost in skladnost. Slednjo preverjamo z definicijo tipa dokumenta (DTD) in shemami. Omenimo naj še XSL, ki je osnovni oblikovni jezik za prikaz dokumentov XML; XPath, ki skrbi za oblikovanje enotne sintakse in semantike ter MathML, ki omogoča lažjo in ponovno uporabo matematičnih in znanstvenih vsebin na spletu.

5.2 Orodja za izdelavo XML

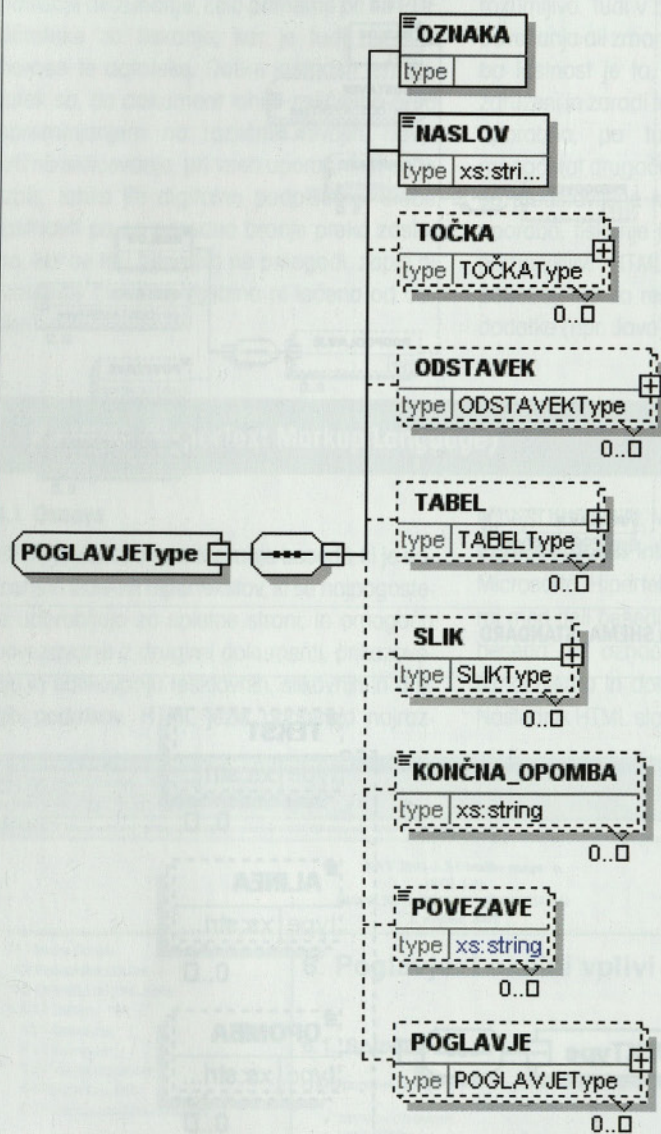
Uporabili smo program XMLSPY (Altova, 2004). Z njim smo oblikovali datoteke XSD (schema), XML in XSL.



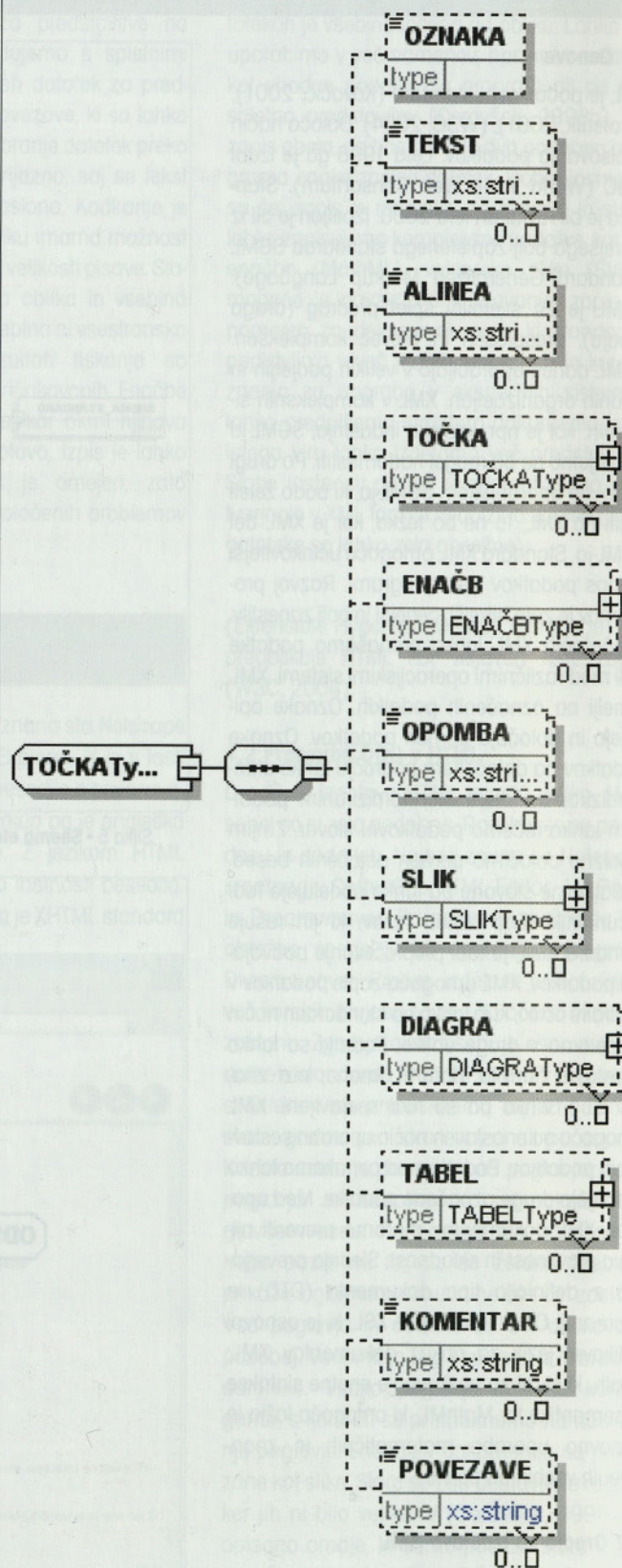
Slika 5 • Shema elementa SHEMA_STANDARD



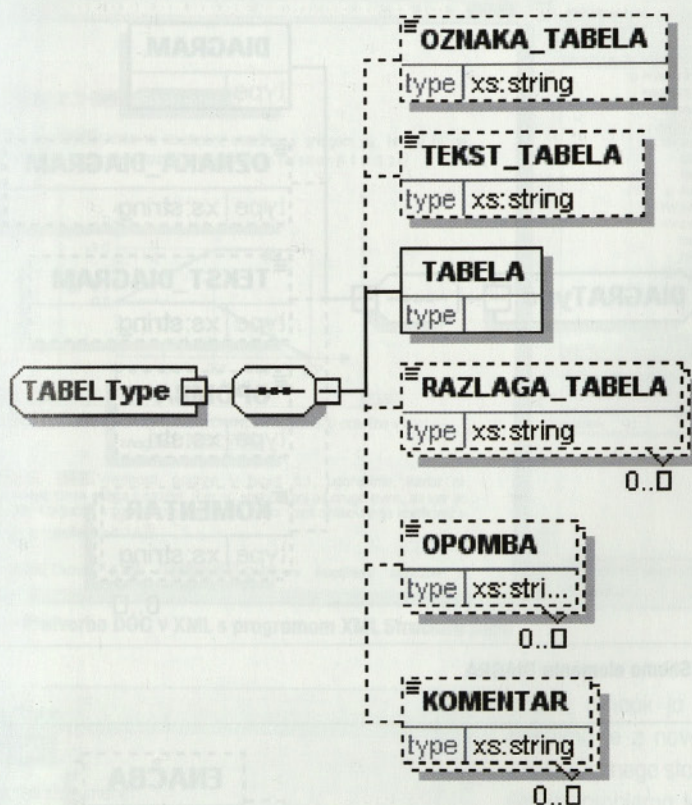
Slika 6 • Shema elementa ODSTAVEK



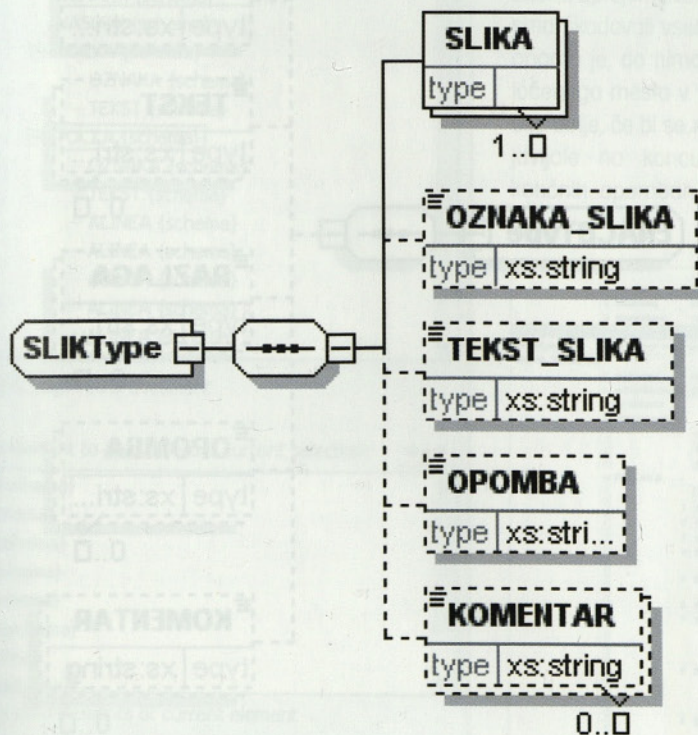
Slika 7 • Shema elementa POGLAVJE



Slika 8 • Shema elementa TOČKA



Slika 9 • Shema elementa TABEL



Slika 10 • Shema elementa SLIK

5.3 Pretvorba standarda v XML

Pretvorba standarda poteka v več korakih, ki niso avtomatizirani: (1) izdelava sheme, (2) pretvorba Word dokumenta v XML dokument in (3) dopolnitev XML dokumenta.

Shema predstavlja "predalčike", v katere zložimo posamezne dele dokumenta. Zlaganje poteka od zgoraj navzdol po shemi. Pomembno je, da se držimo vrstnega reda, ker drugače novonastali dokument ne bo skladen s shemo. Bistvo sheme je, da si postavimo pravila, katerih se bomo v nadaljevanju držali.

Podatkovni tip vseh elementov, razen slik, enačb, diagramov in tabel, je string. Element `HEMA_STANDARD` (slika 5) vsebuje elemente `STANDARD`, `KAZALO`, `PREDGOVOR` in `POGLAVJE`.

`STANDARD` je definiran kot element, ki se lahko pojavi samo enkrat ali pa sploh ne. S tem smo omogočili, da lahko pretvorimo v XML npr. le eno poglavje. `STANDARD` sestavljajo elementi `NASLOV`, `OZNAKA`, `IZDAJA` in `DATUM`. `NASLOV`-ov je lahko več, zaradi zapisa naslova v več jezikih.

`KAZALO` je definirano kot element, ki se lahko pojavi samo enkrat ali pa sploh ne. `KAZALO` vsebuje `NASLOV` in `POVEZAVE`. Pod `POVEZAVE` zapišemo naslove poglavij.

`PREDGOVOR` vsebuje elemente `NASLOV`, `ODSTAVEK`, `POVEZAVE` in `PODPOGLAVJE`. `PODPOGLAVJE` vsebuje `NASLOV`, `ODSTAVEK`, `POVEZAVE` in `KONČNA_OPOMBA`.

`ODSTAVEK` (slika 6) je definiran kot kompleksni tip, ki vsebuje elemente `TEKST`, `ALINEA`, `OPOMBA`, `KOMENTAR` in `POVEZAVE`.

`POGLAVJE` je definirano kot kompleksni tip in vsebuje elemente `OZNAKA`, `NASLOV`, `TOČKA`, `ODSTAVEK`, `TABEL`, `SLIK`, `KONČNA_OPOMBA`, `POVEZAVE` in `POGLAVJE` (slika 7). `ODSTAVEK` je dodan, ker se pojavljajo poglavja brez točk. S tem ko `POGLAVJE` vsebuje samo sebe, je rešen problem podpoglavij. `TOČKA` je definirana kot kompleksni tip (slika 8). Vsebuje `OZNAKA`, `TEKST`, `ALINEA`, `TOČKA`, `ENAČB`, `OPOMBA`, `SLIK`, `DIAGRA`, `TABEL`, `KOMENTAR` in `POVEZAVE`. S tem, ko vsebuje samo sebe, je rešen problem kompleksnih alinej, ki ne vsebujejo samo besedila, ampak tudi druge elemente.

Sestavo `TABEL`, `SLIK`, `DIAGRA` in `ENAČB` kažejo slike 9 do 12.

Pri pretvorbi iz `DOC` v `XML` dobimo dokument, ki ustreza shemi. Pri tem smo preskusili več programov.

• MarkupKit 2.1 (Schema, 2004) – nemški program (dodatek za Word), ki na podlagi stila besedila naredi XML datoteko brez nepomembnih primesi. Problem je v tem, da se ne da narediti seznama stilov, v katerem bi se pojavljala hierarhija in je zaradi tega potrebno veliko ročnega popravljanja za prilagoditev XML shemi.

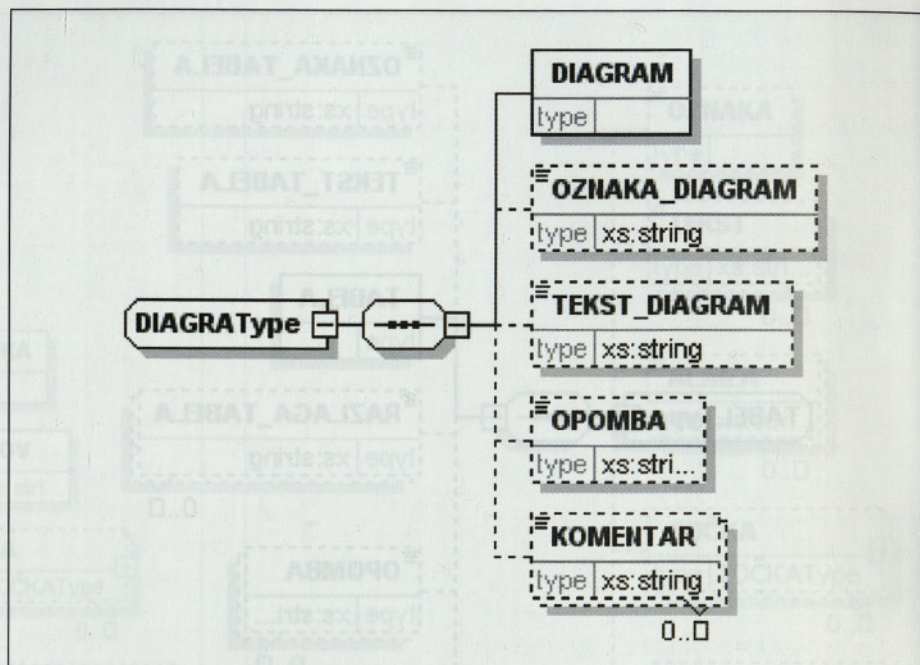
• Open Office (Open Office, 2004) – pri shranjevanju XML-ja upošteva stile, v katerih je besedilo napisano. Problem se pojavi, ker dokument ne ustreza shemi in je potrebno veliko ročnih popravkov.

• Microsoft Word 2003 – program ponudi možnost shranjenja kot XML, vendar končni rezultat ni ravno blesteč. Program shrani datoteko kot Word ML in doda na začetek datoteke vse možne stile in njihove definicije, kar je neuporabno.

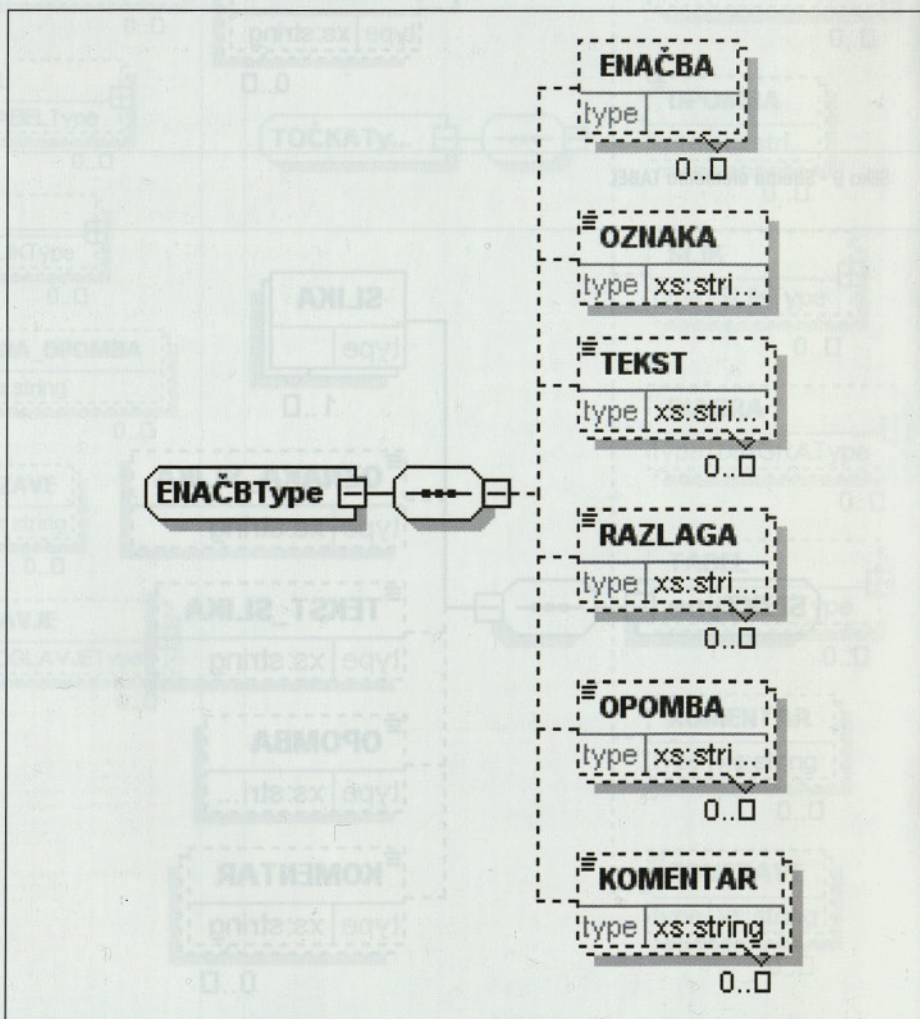
• XML Structure Beta (dodatek za Microsoft Word 2003) (Microsoft, 2004) – v program naložimo shemo in na podlagi nje sestavimo XML. Program nas sproti opozarja ali so napake pri sestavljanju, ki ga opravljamo ročno. Proces je preprost in smo ga uporabili pri pretvorbi obravnavanega evrokoda (slika 13).

Sledi podrobnejši opis pretvorbe s programom XML Structure Beta. Na sliki 14 je prikazano okno, v katerem vidimo shemo. V glavnem, levem oknu (slika 13) označimo besedilo (ali enačbo, tabelo...) in v desnem oknu izberemo element sheme, kjer bi radi, da se pojavi označeni del. Postopek poteka hierarhično, tako da najprej označimo ves dokument in mu pripišemo element SHEMA_STANDARD. Nato označimo naslov standarda in mu pripišemo naslov, itd. Če se pojavlja tekst na mestu, kjer se ne bi smel, nas na to opozori rumeni znak. Kako daleč po dokumentu sega napaka, nam ponazarja vijugasta navpična črta ob levi strani dokumenta. Pri strukturiranju je pomembno, da npr. vsako alineo posebej označimo in ji pripišemo element alinee, ker se drugače pri pretvorbi v HTML pokaže vse v eni vrstici.

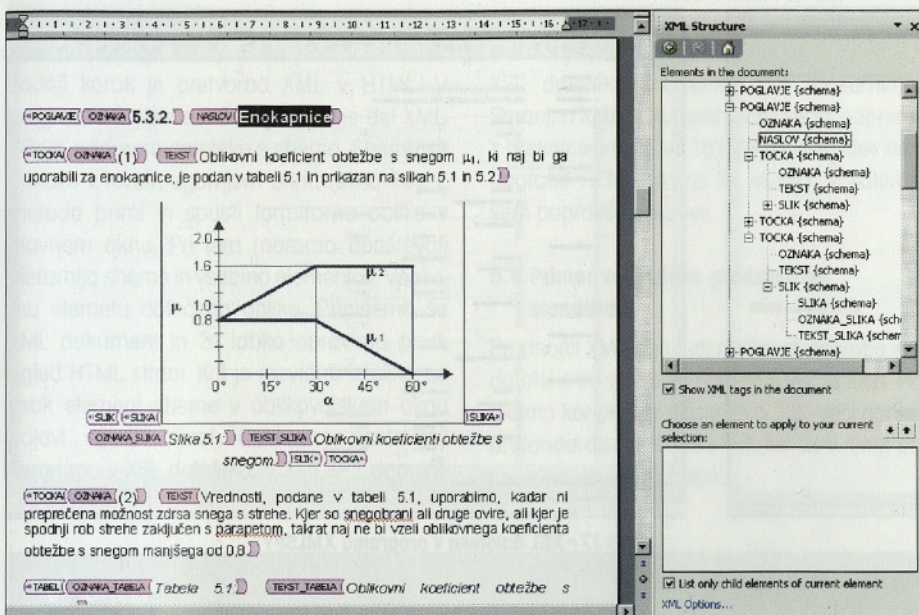
Ko končamo s pretvorbo v XML, shranimo dokument. Pri tem moramo paziti, da uporabimo ukaz "Save As Data Only", ker nam drugače Word doda še nekatere svoje stvari. Če je napaka v strukturi, potem dokumenta ni možno shraniti kot XML. Nerodna stvar pri tem programu pa je tudi, da moramo, če popravimo shemo, ponoviti celotno transformacijo. Neugodno je tudi to, da Word shrani shemo v svojo knjižnico. Zaradi tega je ne moremo po-



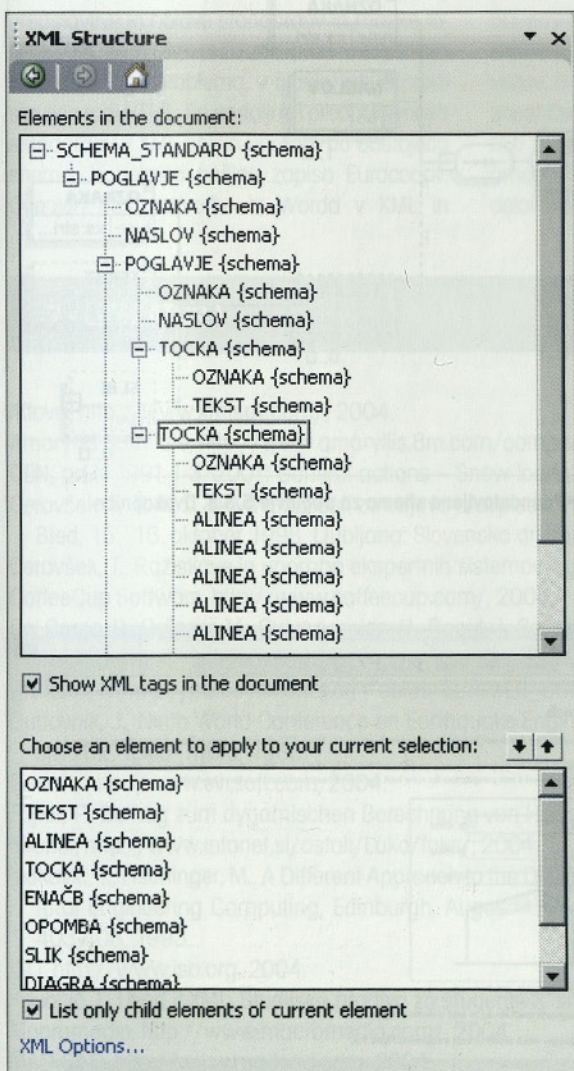
Slika 11 • Shema elementa DIAGRA



Slika 12 • Shema elementa ENAČB

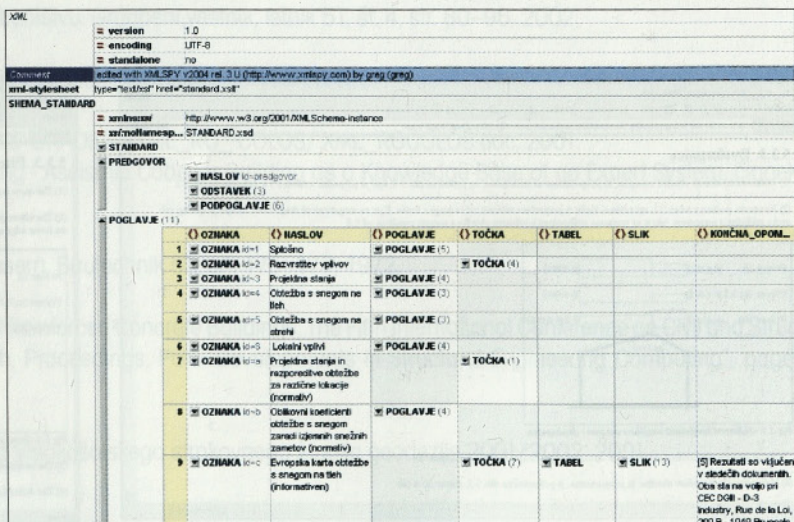


Slika 13 • Pretvorba DOC v XML s programom XML Structure Beta



Slika 14 • Okno s shemo

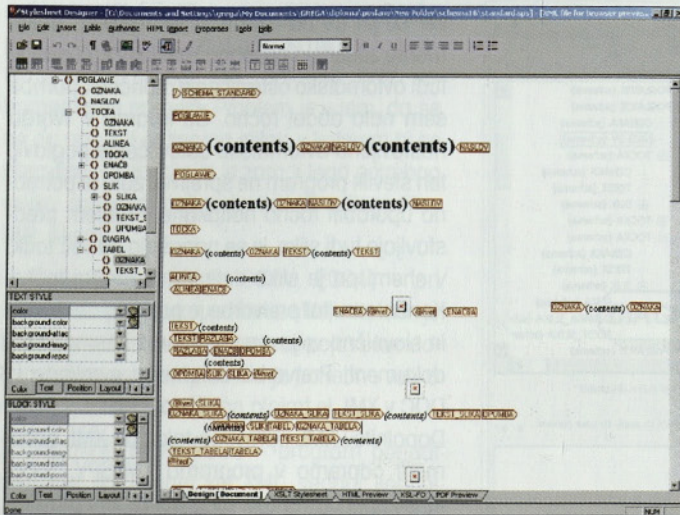
praviti, ampak jo lahko nadomestimo le z novo. V primeru obravnavanega standarda je prišlo do problema le v štirih primerih opomb in pri vseh končnih opombah. Problem opomb smo rešili tako, da smo jih znotraj točke prestavili na mesto, ki je v shemi sprejemljivo, s tem pa nismo škodovali vsebini. Problem opomb je, da nimajo točno določenega mesta v točki, zato bi bilo bolje, če bi se na primer pojavljale na koncu točke. Pri končnih opombah se zatakne,



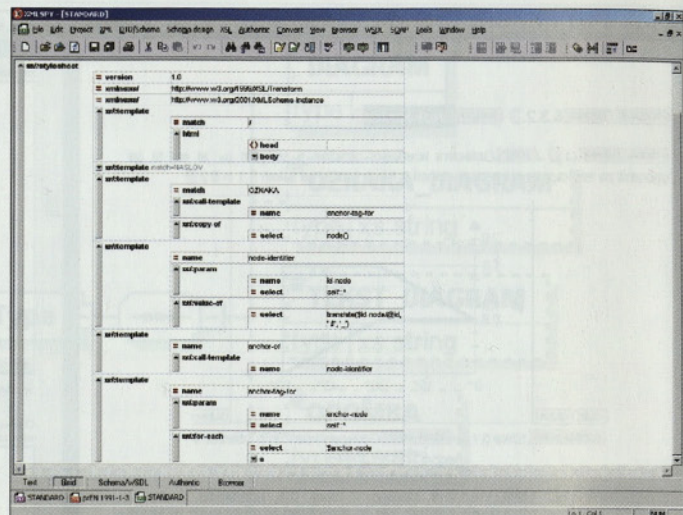
Slika 15 • Končna podoba XML-ja

ker se jih ne da izbrati. V Word-ovem dokumentu zasedejo posebno mesto, v katerem je tudi avtomatsko oštevilčenje. Končne opombe sem nato dodal ročno. Če imamo v Wordu nastavljeno avtomatsko oštevilčenje poglavij, teh števil program ne sprejme, zato je potrebno uporabiti ročno natipkane. Problem predstavljajo tudi slike, ki se nanašajo na več točk, v shemi pa je slika definirana znotraj točke. Končni rezultat pretvorbe je pravilno oblikovan in slovnično veljaven (skladen s shemo) XML dokument. Pretvorba celotnega evrokoda iz DOC v XML je trajala približno 2 uri.

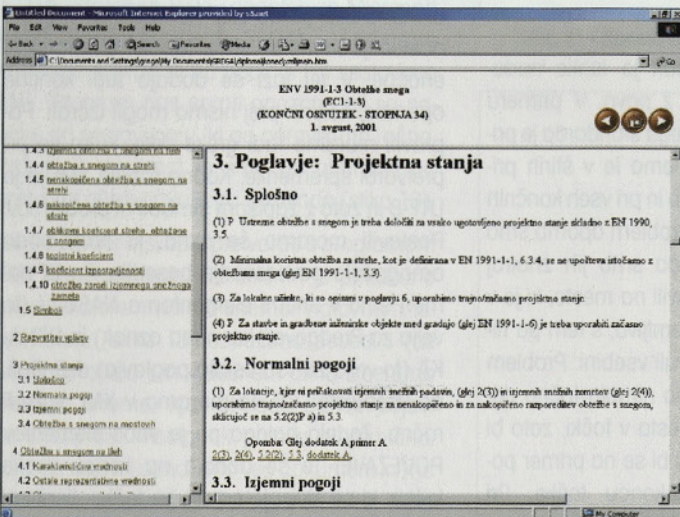
Dopolnitev XML opravimo tako, da XML dokument odpremo v programu XMLSPY. Sedaj lahko spet preverimo, ali je dokument pravilno oblikovan in slovnično pravilen. Dokumentu moramo dodeliti shemo, ker program Word operira s shemo, ki jo drugače poimenuje in zapiše v svojo knjižnico. Sledi vnašanje slik oziroma bližnjic do slik. Kot slike so vneseni naslednji elementi: slike, tabele, diagrami in enačbe. V tej fazi se dodajo tudi končne opombe, katerih prej nismo mogli izbrati. Popraviti moramo tudi grške črke, ki so se pri pretvorbi spremenile. Kodna tabela XML-ja je UTF-8 in zato z zapisom simboli ni problemov. Postaviti moramo še sidra, ki nam bodo omogočala povezovanje besedila. Za ta namen smo v shemi elementoma NASLOV (to velja za Predgovor, ker nima oznak) in OZNAKA (to velja za vsa ostala poglavja) definirali, da vsebujeta "id". Te moramo v XML vpisati ročno. Zadnja naloga pa je vnos elementov POVEZAVE. Te se dodajo na koncu vsake točke, ki se sklicuje na druge točke. Zapisati moramo ime povezave in kam se povezuje.



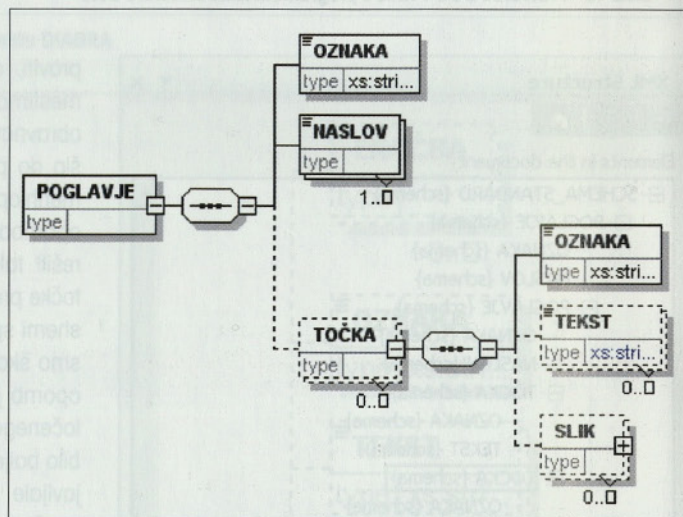
Slika 16 • Stylesheet Designer



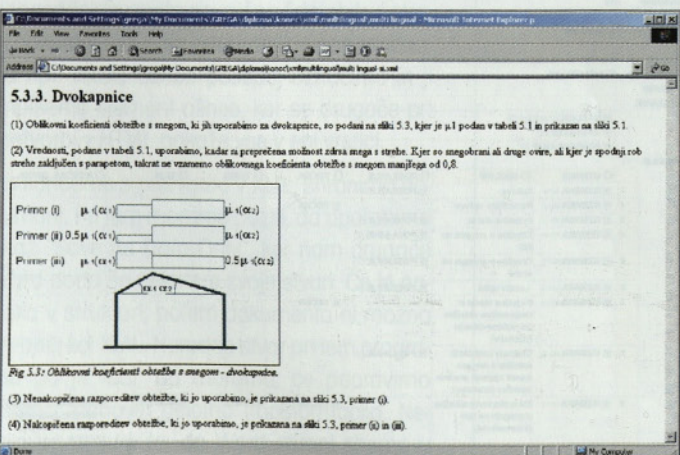
Slika 17 • XSL datoteka v programu XMLSPY



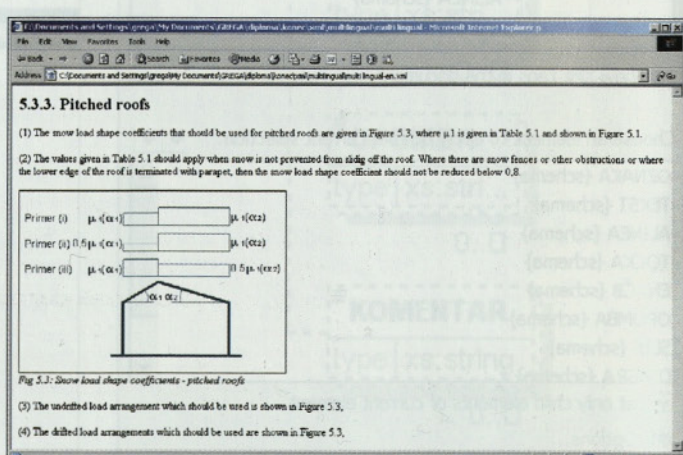
Slika 18 • Končna podoba XML predstavitev



Slika 19 • Poenostavljena shema za poglavje 5.3.3. Dvokapnice



Slika 20 • Predstavitev v slovenščini



Slika 21 • Predstavitev v angleščini

Dopolnjevanje XML je trajalo še dodatni 2 uri. Končna podoba XML je prikazana na sliki 15. Zadnji korak je pretvorba XML v HTML. V programu Stylesheet Designer, ki je del XML-SPY-a, odpremo datoteko s shemo. Shema se prikaže v levem zgornjem oknu (slika 16). Z metodo primi in spusti formiramo obliko v glavnem oknu. Pri tem moramo upoštevati hierarhijo sheme in vsebino elementov. Vsake-mu elementu določimo obliko. Pripišemo še XML dokument in že lahko opravimo pred-gled HTML strani. Kot je razvidno iz slike, se vsak element sheme v oblikovalskem oknu pojavi samo enkrat. Oblikovno postavitev shranimo v XSL datoteko. V XMLSPY dopolni-

mo XSL datoteko z XPATH izrazi, ki omogočijo delovanje povezav (slika 17).

XSL datoteko pripišemo XML dokumentu. Shranjen XML dokument lahko sedaj odpremo z brskalnikom (slika 18). Za predstavitev sem uporabil HTML okvirje in kazalo, v katerem sem popravil povezave.

5.4 Primer večjezične predstavitve standarda

Prednosti XML-ja je tudi možnost uporabe ene datoteke za zapis standarda v več jezikih. Pogledimo kot primer poglavje 5.3.3. Večkapnice iz standarda prEN 1991-1-3, ker se v njem po-javi slika, in ker ni dolgo.

Potrebna je nova shema (slika 19), ker je bolj pregledna in vsebuje le elemente, ki se pojavi-jo v tem poglavju. V tistih elementih, kjer se po-javlja tekst, sem dodatno definiral "lang", pri sliki in oznakah pa ne. Tekstu v XML določimo ali je v slovenščini ali angleščini.

```
<NASLOV lang="si">Dvokapnice</NASLOV>
<NASLOV lang="en">Pitched roofs</
NASLOV>
```

V katerem jeziku želimo imeti predstavitev v brskalniku, določimo z oblikovno datoteko, kjer tudi oblikujemo postavitev in podobo. Končna podoba je predstavljena na slikah 20 in 21.

6 • SKLEP

Članek obravnava problematiko elektronske predstavitve in objave standardov in možne re-šitve. XML se je izkazal za zelo primeren jezik za reševanje tega problema, v članku pa je pred-stavljen tudi HTML. Pri nadaljnjih preoblikovanjih standardov v XML obliko uporabimo obstoječo shemo, ki ustreza načinu zapisa Eurocodov. Ocenjen čas pretvorbe iz Worda v XML in

postavitev sider ter povezav je približno 4 ure za 50 strani standarda. Čas je najbolj odvisen od števila točk in alinej v točkah, ter od števila po-vezav, ki izhajajo iz točke. S programom Style-sheet Designer, ki je del programa XMLSPY, je bila izdelana je tudi oblikovna datoteka, ki omogoči lep prikaz v brskalniku in omogoči delovanje povezav. XML oblika ima številne pred-

nosti pred ostalimi zapisi. Možno je večjezično zapisovanje standardov, kar smo prikazali tudi na primeru, in večfunkcijska uporabnost. Doku-ment bi lahko uporabili tudi kot bazo podatkov za program, ki bi znal z njo operirati. Ta bi lahko iz nje uporabil enačbe in ponudil možnost izračuna. V tem primeru bi morale biti enačbe zapisane v MathML-ju. Tudi diagrami in slike ne bi imeli le predstavitvene možnosti, če bi bili za-pisani v formatu SVG. Navedeno kaže, da bo zapis XML imel v prihodnosti pomembno vlogo pri elektronski predstavitvi in objavi standardov.

7 • LITERATURA

- Altova, <http://www.xmlspy.com/>, 2004.
- Amaryllis Software, <http://www.amaryllis.8m.com/compare.html>, 2002.
- CEN, prEN 1991-1-3: 2001: General actions – Snow loads, 2001.
- Cerovšek, T., Turk, Ž., Nove možnosti za objavo predpisov. V: Saje, F. (ur.), Lopatič, J. (ur.). Zbornik 20. zborovanja gradbenih konstruktorjev Slovenije, Bled, 15.–16. oktober 1998. Ljubljana: Slovensko društvo gradbenih konstruktorjev, str. 141–148, 1998.
- Cerovšek, T., Raziskave in uporaba ekspertnih sistemov v gradbeništvu. Gradbeni vestnik, letnik 51, št. 4, str. 80–96, 2002.
- CoffeeCup Software, <http://www.coffeecup.com/>, 2004.
- Del Corso, R., Gränzer, M., Gulvanessian, H., Raoul, J., Sandvik, R., Sanpaolesi L., Stiefel, U., New European Code for Snow Loads – Background docu-ment, University of Pisa, 1995.
- Drofenik, D., http://colos1.fri.uni-lj.si/~colos/SUMMER_SCHOOL/GRADIVA/XML_RO_COLOS/XML_ROCOLOS.doc, 2001.
- Duhovnik, J., Ninth World Conference on Earthquake Engineering - Aseismic Code for Building as a Knowledge Base of an Expert System, članek, str. 762, Tokio–Kyoto, 1988.
- Evrsoft, <http://www.evrsoft.com>, 2004.
- Fajfar, P., Beitrag zum dynamischen Berechnung von Hochhausern, Bautechnik 50, str. 175–177, 1972.
- Infonet, <http://www.infonet.si/ostali/Luka/faks/>, 2004.
- Isaković, T., Fischinger, M., A Different Approach to the Design of Reinforced Concrete Buildings, The Fifth International Conference on Civil and Struc-tural Engineering Computing, Edinburgh, August 17th–19th, Proceedings, Part "Developments in Structural Engineering Computing", pages 403–408, 1993.
- ISO, <http://www.iso.org>, 2004.
- Kovačič, I., Uvod v XML, Študijsko gradivo za študente 3. letnika Visokošolskega strokovnega študija geodezije 2001/2002, 2001.
- Macromedia, <http://www.macromedia.com/>, 2004.
- MAD CAD, <http://www.madcad.com>, 2004.
- Microsoft Corporation, <http://www.microsoft.com>, 2004.

NAFFA International, <http://www.naffainc.com>, 2004.

OpenOffice.org, <http://www.openoffice.org/>, 2004.

Sanpaolesi L., Scientific Support Activity in the Field of Structural Stability of Civil Engineering Works – Snow Loads, Final Report, University of Pisa, marec 1999a.

Sanpaolesi L., Scientific Support Activity in the Field of Structural Stability of Civil Engineering Works – Snow Loads, Annex B to the Final Report, University of Pisa, september 1999b.

Sanpaolesi L., Scientific Support Activity in the Field of Structural Stability of Civil Engineering Works – Snow Loads, Final Report, University of Pisa, september 1999c.

Schema, <http://www.schema.de/>, 2004.

Šuligoj, G., Prevod standarda prEN 1991-1-3 in možnosti elektronske objave v XML in hipertekstu, Diplomsko delo, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani, 2004.

Turk, Ž., Cerovšek T., <http://itc.fgg.uni-lj.si/tocee/broker.htm>, 1998.

Woda, <http://www.ddatabase.com/>, 2003.

World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org>, 2004.

6-ŠKLEP

LITERATURA

NOVI DIPLOMANTI GRADBENIŠTVA

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Borut Drolka, Izbira in postavitve projektne portala za manjše gradbeno podjetje, mentor prof. dr. Žiga Turk

Miha Gašper, Mini krožna križišča, mentor doc. dr. Tomaž Maher, somentor izr. prof. dr. Tomaž Tollazzi

Uroš Vetrh, Trdnostne karakteristike različno obdelanih betonov iz Soškega kamenega agregata, mentor dr. Vlatko Bosiljkov

Davor Mitrovič, Račun pomikov ravninskih armiranobetonskih linijskih konstrukcij, mentor doc. dr. Igor Planinc, somentor asist. dr. Sebastjan Bratina

Urban Doljar, Računalniško dimenzioniranje armiranobetonskih plošč po EUROCODE, mentor doc. dr. Boštjan Brank

Irena Štefotič, Hidravlična presoja HE Tacen, mentor prof. dr. Franc Steinman

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Maša Žličar, Analiza organiziranosti za spremljanje življenjskega cikla zahtevnih gradbenih objektov, mentor doc. dr. Primož Banovec, somentor prof. dr. Franc Steinman

Tilen Klemenc, Študija pritiskov zemljine na vkopane armirano-poliesterske jaške pri različnih pogojih vgradnje, mentor doc. dr. Boštjan Brank, somentor doc. dr. Janko Logar

Marta Skubic, Geotehnični principi gradnje pokrovov na odlagališčih anorganskih odpadkov, mentor izr. prof. dr. Bojan Majes, somentor viš. pred. mag. Ana Petkovšek

Jože Mehle, Trajnost betonov z mineralnim dodatkom v obliki apnenčeve moke, mentor doc. dr. Violeta Bokan - Bosiljkov

Matej Jarm, Modeliranje sovprežnih stropov pri analizi z MKE, mentor prof. dr. Darko Beg, somentor L. Hladnik

Maja Sedej, Analiza obnašanja betona pri betoniranju v hladnem, mentor izr. prof. dr. Goran Turk, somentor Franci Kavčič

Rok Marsetič, Primerjava dveh simulacijskih modelov v pogojih neoviranih in delno oviranih prometnih tokov, mentor doc. dr. Tomaž Maher

Jure Kern, Metoda stroškov pri vrednotenju nepremičnin v Nemčiji, mentor doc. dr. Maruška Šubic-Kovač

Jure Pirc, Določitev pragov med nivoji uslug za različne prometne, izredne in vremenske razmere na avtocestah, mentor izr. prof. dr. Tomaž Kastelic

Gregor Pretnar, Primerjava modelov za fazo obremenjevanja cestnega omrežja, mentor doc. dr. Marijan Žura

Maca Uhliř, Sodobne tehnologije varovanja gradbenih jam, mentor doc. dr. Janko Logar, somentor asist. dr. Boštjan Pulko

MAGISTRSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Žiga Bajt, Detekcija pokanja gradbenih elementov s pomočjo akustične tehnike, mentor doc. dr. Jana Šelih

Helena Gregorc, Presoja doseganja kategorijsko odvisnih vozniških pogojev na dvopasovnih cestah, mentor doc. dr. Alojzij Juvanc

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Saša Cifer, Rušenje objektov in reciklaža ruševin kot stranska dejavnost kamnolomskih podjetij, mentor doc. dr. Andrej Štrukelj, somentor pred. Samo Lubej

Ivan Klaneček, Od invencije do uspešne inovacije v gradbeništvu, mentor red. prof. dr. Mirko Pšunder

Vojko Orličnik, Izračun nosilnosti in izkoriščenosti konstrukcijskih elementov montažne hiše po EUROCODE 5, mentor izr. prof. dr. Miroslav Premrov, somentor viš. pred. mag. Peter Dobrila

Simon Planinc, Tehnologija in organizacija površinskih in tankoplastnih prevlek asfaltnih vozišč, mentor pred. Samo Lubej, somentor red. prof. dr. Mirko Pšunder

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GOSPODARSKEGA INŽENIRSTVA

Andreja Merzdovnik, Leseni masivni možnični elementi, mentorja doc. dr. Andrej Štrukelj in red. prof. dr. Majda Kokotec-Novak, somentor pred. Benedikt Boršič

Rubriko ureja • Jan Kristijan Juteršek, univ. dipl. inž. grad.

KOLENDAR PRIREDITEV

9.6. - 11.6.2004

4. Posvetovanje slovenskih geoteknikov in 5. Šukljjetov dan
Rogaška Slatina, Slovenija

14.6. - 17.6.2004

8th World Conference on Timber Engineering
Lahti, Finska
www.ril.fi/wcte2004
kaisa.vanalanen@ril.fi

23.6. - 25.6.2004

OTUA Symposium 2004: Steel Bridges Conference
Millau, Francija
www.otua.org/millau
wasoodev.hoorpah@otua.ffa.fr

24.6. - 26.6.2004

Bridges across the Danube- Bridges in Danube Basin
Novi Sad, Srbija in Črna Gora

27.6. - 30.6.2004

4th International Conference on Concrete Under Severe Conditions: Environment and Loading
Seoul, Južna Koreja
http://conlab.snu.ac.kr/consec04/

5.7. - 7.7.2004

SEMC 2004 Conference
Structural Engineering, Mechanics and Computation
Cape Town, Južna Afrika

6.7. - 7.7.2004

Intelligent Transport Systems Conference
Winchester, Anglija
www.its-uk.org.uk
mailbox@its-uk.org.uk

18.7. - 23.7.2004

Composite Construction V International Conference
Mpumalanga, Južna Afrika
www.engconfintl.org/4ab.html
a_kemp@civil.wits.ac.za

20.7. - 23.7.2004

Conference ACMBS-IV
Advanced Composite Materials in Bridges and Structures
Calgary, Kanada

1.8. - 6.8.2004

13th World Conference on Earthquake Engineering
Vancouver, Kanada
www.venuewest.com/13wcee
13wcee@venuewest.com

23.8. - 25.8.2004

Technologies for Deep Water and Remote Offshore Developments
Lizbona, Portugalska
www.oceanresearchconference.com

7.9.2004

ITC@EDU WORKSHOP
Istanbul, Turčija
http://2004.ecppm.org

8.9. - 10.9.2004

ECPPM Conference
European Conference on Product and Process Modelling in the AEC Industry
Istanbul, Turčija
http://2004.ecppm.org

12.9. - 16.9.2004

8th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa with the theme Roads- the Arteries of Africa
Sun City, Južna Afrika
http://asac.csir.co.za/capsa
patfoots@iafrica.com

19.9. - 24.9.2004

Metropolitan Habitats and Infrastructure IABSE Symposium
Shanghai, Kitajska
www.iabse.ethz.ch/conferences/Shanghai/Shanghai_f.html
secretariat@iabse.ethz.ch

20.9. - 22.9.2004

6th RILEM Symposium on Fibre-Reinforced Concretes BEFIB' 2004
Varenna - Lecco, Italija
www.lecco.polimi.it/befib04.htm

29.9. - 1.10.2004

Interoute 2004 Congress and Trade Fair
Montpellier, Francija
www.exposium.fr

19.10. - 22.10.2004

IABMAS Conference
Bridge Maintenance, Safety and Management
Kyoto, Japonska

20.10. - 22.10.2004

7. Slovenski kongres o cestah in prometu
Portorož, Slovenija
DRC, Masarykova 14, Ljubljana

21.10. - 23.10.2004

Durability and Maintenance of Concrete Structures
Dubrovnik, Hrvaška
secon@grad.hr

28.10. - 31.10.2004

ISEAT 2004
4th International Symposium on Asphalt Emulsion Technology
Washington DC, ZDA
www.aema.org
krissoff@aema.org

9.2. - 12.2.2005

IABSE Conference
Role of Structural Engineers Towards Reduction of Poverty
New Delhi, Indija
www.iabse.org

Rubriko ureja • **Jan Kristijan Juteršek**, ki sprejema predloge za objavo na e-naslov: **msg@izs.si**