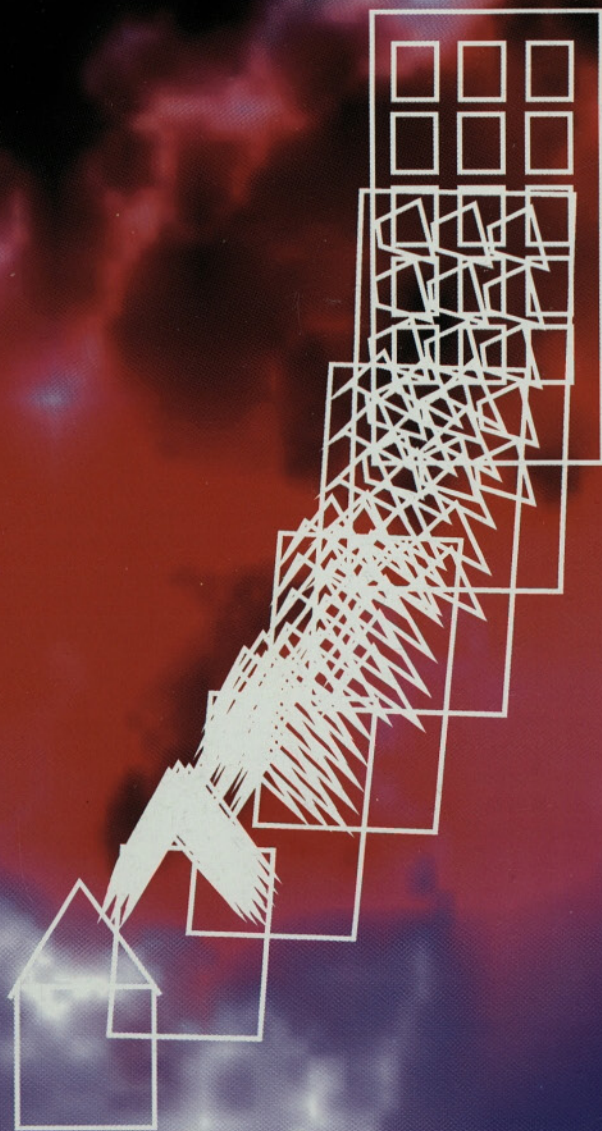


GRADBENI VESTNIK

GLASILO
ZVEZE DRUŠTEV
GRADBENIH
INŽENIRJEV
IN TEHNIKOV
SLOVENIJE

APRIL
2000



Glavni in odgovorni urednik:

Prof.dr. Janez **DUHOVNIK**

Lektor:

Alenka **RAIČ - BLAŽIČ**

Tehnični urednik:

Danijel **TUDJINA**

Uredniški odbor:

Doc.dr. Ivan **JECELJ**

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

Mag. Gojmir **ČERNE**

Doc.dr. Franci **STEINMAN**

Prof.dr. Miha **TOMAŽEVIČ**

Tisk:

Tiskarna TONE TOMŠIČ, d.d.

Ljubljana

Količina: 1000 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.

Letno izide 12 števil. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 5000 SIT; za študente in upokojene 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 pregledata dva recenzenta, ki ju 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. Poglavlja 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**, **AVTODCAD**, **DESIGNER**).

Uredniški odbor

VSEBINA - CONTENTS

IN MEMORIAM

Stran 70
Gorazd Humar

PROF. SERGEJ BUBNOV 1914 - 2000

Članki, študije, razprave Articles, studies, proceedings

Stran 71
Milenko Pržulj

**POBOČNI VIADUKTI -
POSEBNOSTTEMELJENJA**

**SLOPE VIADUCTS -
SPECIFICS OF FOUNDATION**



Stran 87
Janez Duhovnik

**EC 1 - OSNOVE PROJEKTIRANJA IN
VPLIVI NA KONSTRUKCIJE**

**EC 1 - BASIS OF DESIGN AND
ACTIONS ON STRUCTURES**

IN MEMORIAM

Prof. Serger BUBNOV

1914 - 2000



Ob tihih zvokih ruske pesmi, pesmi iz njegove rojstne domovine, smo se slovenski gradbeniki 13. aprila tega leta poslovili od prof. Sergeja Bubnova, diplomiranega gradbenega inženirja, začetnika potresnega inženirstva v Sloveniji in mednarodno visoko uveljavljenega strokovnjaka na tem področju znanosti, ki se je v Sloveniji razvila na raven, ki bi jo zavidale mnoge tehnično bolj razvite in bogatejše države.

Rojen 21. novembra 1914 v Petersburgu v daljnji Rusiji se je leta 1920 s starši preselil v Dubrovnik, kjer je njegov oče dobil mesto profesorja na takratni pomorski akademiji. Realko je leta 1933 končal v Sarajevu in leta 1939 diplomiral iz gradbeništva v Beogradu. Po drugi svetovni vojni je kot mlad strokovnjak delal na železniški direkciji v Ljubljani pri obnovi prog in mostov, kasneje kot projektant – statik, leta 1964 pa je postal direktor gradbeniškega poslovnega združenja GIPOSS. Leta 1978 je bil zaradi znanstvenega dela habilitiran za rednega univerzitetnega profesorja za seizmično gradbeništvo na fakulteti za gradbeništvo Univerze v Ljubljani.

Prav potresno inženirstvo je področje znanosti, na katerem se je prof. Sergej Bubnov uveljavil ne le v Sloveniji, temveč tudi zunaj njenih meja. Stejemo ga za utemeljitelja te veje znanosti v Sloveniji, avtorja prvih predlogov za tehnične predpise s področja seizmologije, katerih upravičenost se je najbolj pokazala ob hudem potresu v Skopju leta 1965. S številnimi predlogi je sodeloval pri obnovi Posočja leta 1976. Sodeloval je tudi v specializirani organizaciji Združenih narodov pri izdelavi prvih mednarodnih smernic za preprečevanje nesreč ob potresih. Med številnimi mednarodnimi dejavnostmi morda najbolj izstopa njegovo delo v vlogi generalnega sekretarja in predsednika evropskega združenja za seizmično gradbeništvo. Bil je tudi dopisni član nemške akademije za urbanizem. Pomembno delo je prof. Bubnov opravil kot predsednik mednarodne komisije za neodvisno oceno varnosti jedrske elektrarne Krško. To odgovorno dolžnost mu je vlada Republike Slovenije podelila leta 1992.

Prof. Sergej Bubnov je za svoje strokovno znanje prejel mnoga domača in mednarodna priznanja, med katerimi je na najvidnejšem mestu diploma, ki jo je na Dunaju leta 1994 prejel od evropskega združenja za potresno inženirstvo EACE. Tudi po zaslugi prof. Bubnova in številnih slovenskih strokovnjakov s področja seizmičnega inženirstva, ki jim je prof. Bubnov kot mentor nesebično pomagal, je ta veja tehnične znanosti v Sloveniji dosegla raven, ki se uvršča v sam svetovni vrh.

Še posebej bomo slovenski gradbeniki prof. Bubnovu hvaležni za več kot 25 let urednikovanja revije Gradbeni vestnik, ki ji je začrtal osnovno fizionomijo in vsebinsko zasnovo. Aktivno in kreativno je vse do svojih zadnjih dni deloval v Zvezi društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije – ZD-GITS.

Poleg strokovnega delovanja je bila pomembna tudi pokončna drža prof. Bubnova kot velikega humanista, saj je bilo vse njegovo značajsko delo zasnovano v veri v človeka in zagotovitvi njegove življenjske varnosti na potresnih območjih. Ta njegov humanizem se še posebej izraža v dveh (edinih slovenskih) knjigah o potresih, ki ju je napisal prof. Bubnov.

Osebnost in prijazno besedo prof. Bubnova bomo slovenski gradbeniki zelo pogrešali. Tolaži nas le misel, da smo se poslovili od človeka, ki je za sabo pustil bogato strokovno dediščino, oplemeniteno s polno mero vere v človeka.

Gorazd HUMAR

POBOČNI VIADUKTI - POSEBNOSTI TEMELJENJA

SLOPE VIADUCTS - SPECIFICS OF FOUNDATION

STROKOVNI ČLANEK

UDK: 624.21 : 625.745.1 : 625.736 : 624.15

MILENKO PRŽULJ

P O V Z E T E K Pobočni viadukti so ena od značilnosti sodobnih avtocest v hribovitih in planinskih območjih. Projektiranje in gradnja pobočnih viaduktov vsebuje veliko posebnosti. Položaj in višina osi avtoceste pri pobočnih viaduktih bistveno vplivata na izbiro tehnologije gradnje podporne in prekladne konstrukcije. Cena temeljenja podpor viaduktov dosega tudi 20 do 30 odstotkov celotne cene viaduktov. Pravilna izbira lege in višine viadukta ter tehnologije gradnje lahko prispeva k ohranitvi naravnega okolja, nepravilna izbira pa lahko okolje nevarno ogrozi. Zaželeno je interdisciplinarno določanje trase avtoceste v območju viaduktov, pri čemer morajo sodelovati tako projektanti avtocest kot tudi projektanti cestnih objektov, geomehaniki in geologi. V tem prispevku je poudarek na posebnostih temeljenja pobočnih viaduktov.

S U M M A R Y Slope viaducts represent a typical feature of modern motorways in hilly and mountainous regions. Several particularities are involved in the design and construction of slope viaducts. The choice of the construction technology of slope viaduct substructure and superstructure is significantly influenced by the position and elevation of the motorway axis. The cost of viaduct support foundations can amount to 20 - 30 % of the total viaduct price. Natural environment can be sufficiently reserved by a correct choice of the viaduct position and height as well as of the construction technology, while it can be seriously jeopardised if this choice is made wrongly. An interdisciplinary consideration and seeking solutions of the motorway layout in the viaduct areas is desired. A thorough co-operation of motorway designers, bridge designers, geomechanicians and geologists is required. In this article the accent is on the foundation of slope viaducts particularities.

Avtor:

Prof. dr. Milenko Pržulj, univ. dipl. inž. grad.,
Družba za državne ceste, d.o.o. Ljubljana, Einspielerjeva 6, 1000 Ljubljana

1. UVOD

Viadukti so najpogostejše uporabljeni objekti na sodobnih avtocestah v hribovitih in planinskih območjih [Zbornik 2, 1981], [Leonhardt, 1984], [Trojanović, 1984], [Zbornik 1, 1985], [Mancini, 1997]. Z nji-

mi se obvladujejo težki morfološki in geološki pogoji, kar omogoča, da trase avtocest tudi v teh težkih pogojih obdržijo visoko računsko hitrost in ustrezne elemente. Razlikujemo dolinske in pobočne viadukte. Projektiranje in gradnja dolinskih viaduktov sta podobna projektiranju in gradnji mo-

stov. Projektiranje in gradnja pobočnih (brežinskih) viaduktov, zlasti pa njihovo temeljenje, vsebuje veliko posebnosti, ki so analizirane v nadaljevanju. Položaj osi in niveleta avtoceste opredeljujeta število, dolžino, višino in geometrijo viaduktov. S tem bistveno vplivata na

njihovo zasnovo, konstrukcijsko rešitev in tehnologijo gradnje.

Potek trase z viadukti na strmih in geološko neugodnih pobočjih poleg ostalega omogoča tudi varen promet, zmanjšuje stopnjo rizikov in stroške vzdrževanja avtoceste.

2. POLOŽAJ OSI AVTOČESTE NA POBOČJU

Na izbiro položaja avtoceste na pobočju najbolj vplivajo:

- nagib pobočja,
- geološka sestava tal in stabilnost pobočja,
- položaj osi avtoceste glede na dno pobočja,

- zaščita in ohranitev naravnega okolja,
- organizacija in tehnologija gradnje - pristopne poti,
- cenovno razmerje variantnih rešitev.

Os trase avtoceste na pobočju je običajno v krivini ali kombinaciji krivin različnih radijev, tako da se trasa čimbolj prilagaja splošni obliki doline in brežine ter tako v vzdolžni smeri ceste ohranja približno enaka razmerja glede na pobočje.

Pri zasnovi avtoceste na pobočju ima projektant več možnosti:

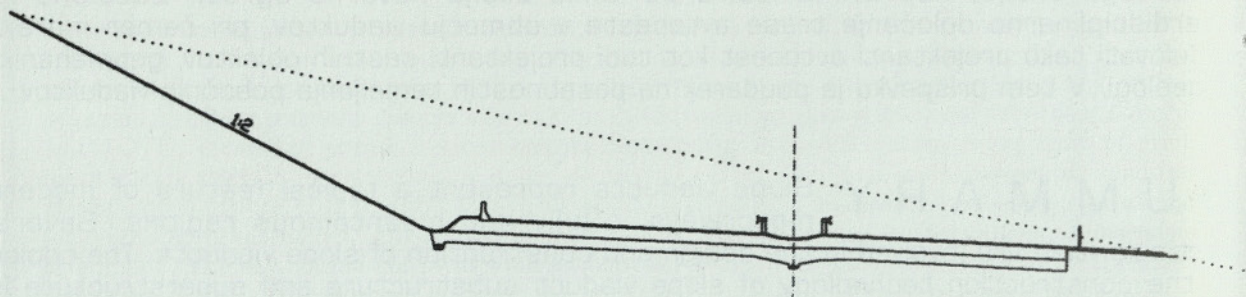
- Avtocesta poteka v nasipu v blagem stabilnem pobočju brez podpornih konstrukcij.
- Avtocesta poteka v nasipu na pobočju s

podpornimi konstrukcijami na dolinski strani.

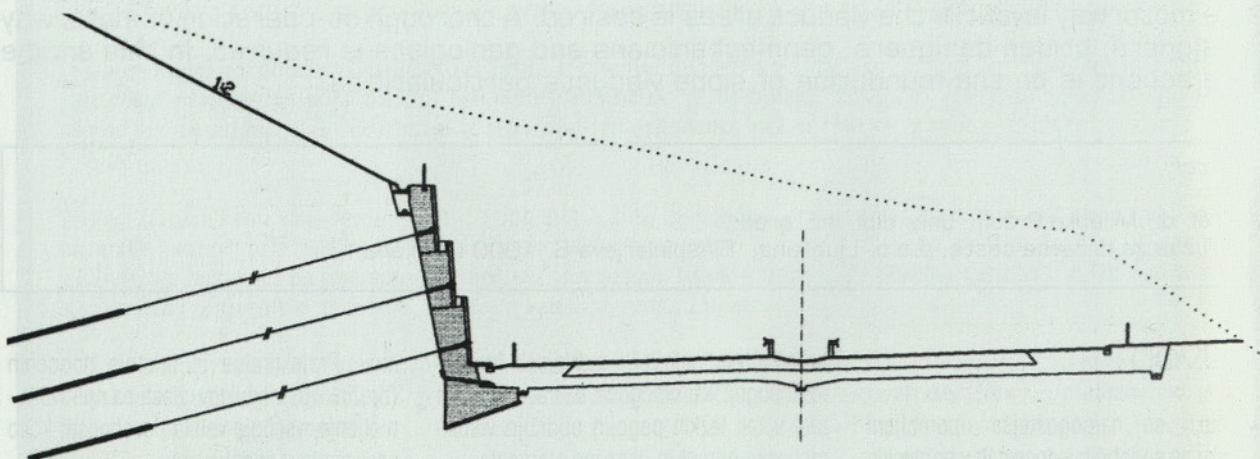
- Kompletno avtocestno telo s celotno širino je v plitvem useku na blagem stabilnem pobočju brez opornih in podpornih konstrukcij (slika 1).

- Avtocesta s celotno širino je v globokem useku na relativno blagem pobočju z opornimi zidovi višine 10 – 12 m in brežino nad zidom s povečanim naklonom (slika 2).

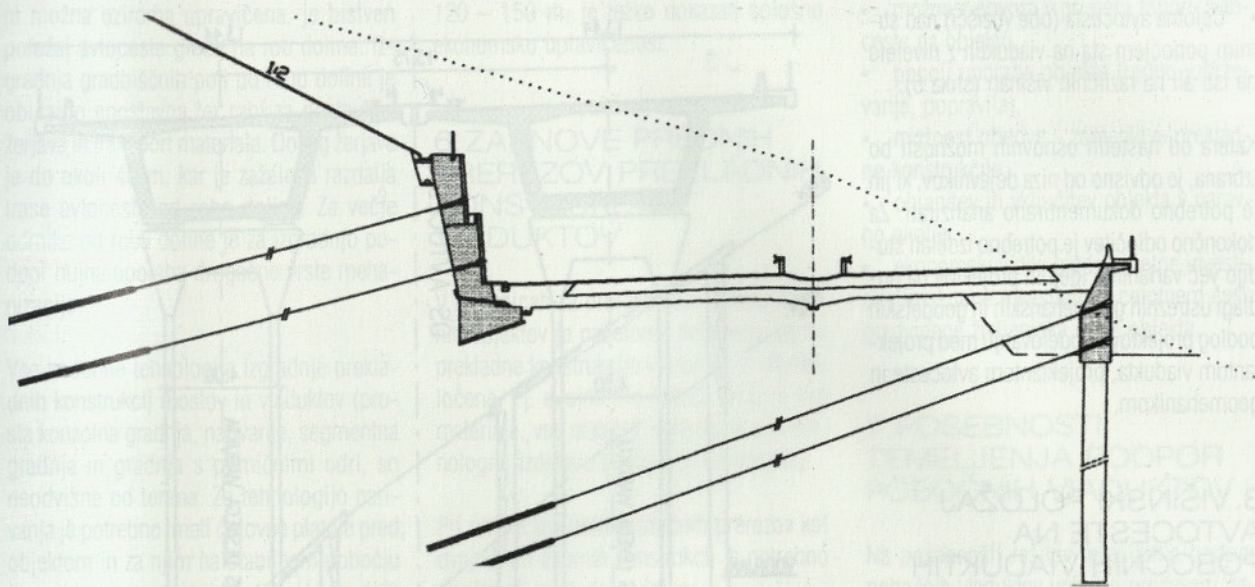
- Avtocesta poteka v globokem useku na strmem pobočju v useku in delno v nasipu z opornimi in podpornimi konstrukcijami (slika 3). Niveleti levega in desnega vozišča sta lahko na isti ali na različnih višinah, kar je odvisno od strmine pobočja in geoloških razmer.



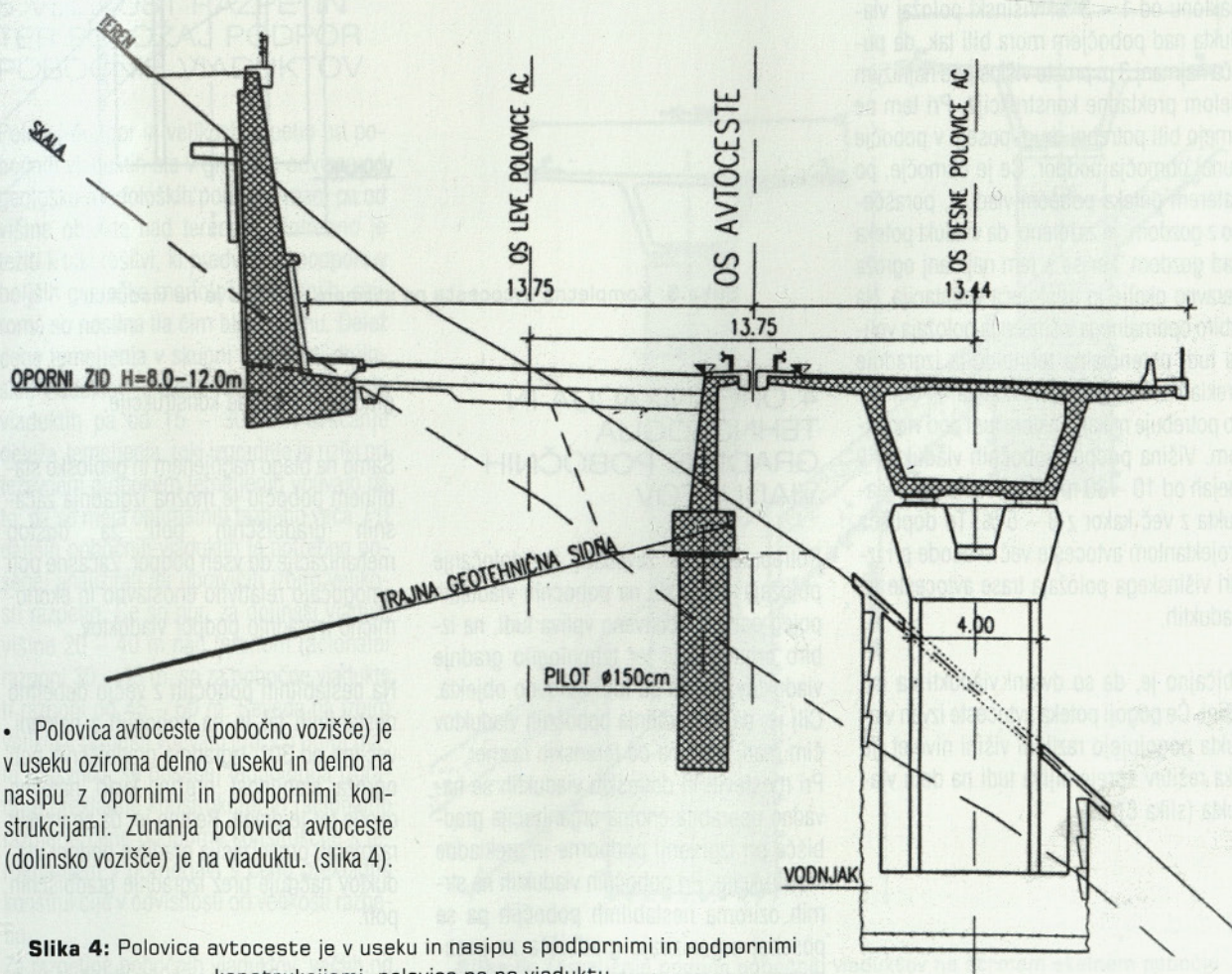
Slika 1: Avtocesta v plitvem useku na blagem pobočju



Slika 2: Avtocesta v globokem useku na blagem pobočju



Slika 3: Avtocesta v globokem useku na strmem pobočju



- Polovica avtoceste (pobočno vozišče) je v useku oziroma delno v useku in delno na nasipu z opornimi in podpornimi konstrukcijami. Zunanja polovica avtoceste (dolinsko vozišče) je na viaduktu. (slika 4).

Slika 4: Polovica avtoceste je v useku in nasipu s podpornimi in podpornimi konstrukcijami, polovica pa na viaduktu

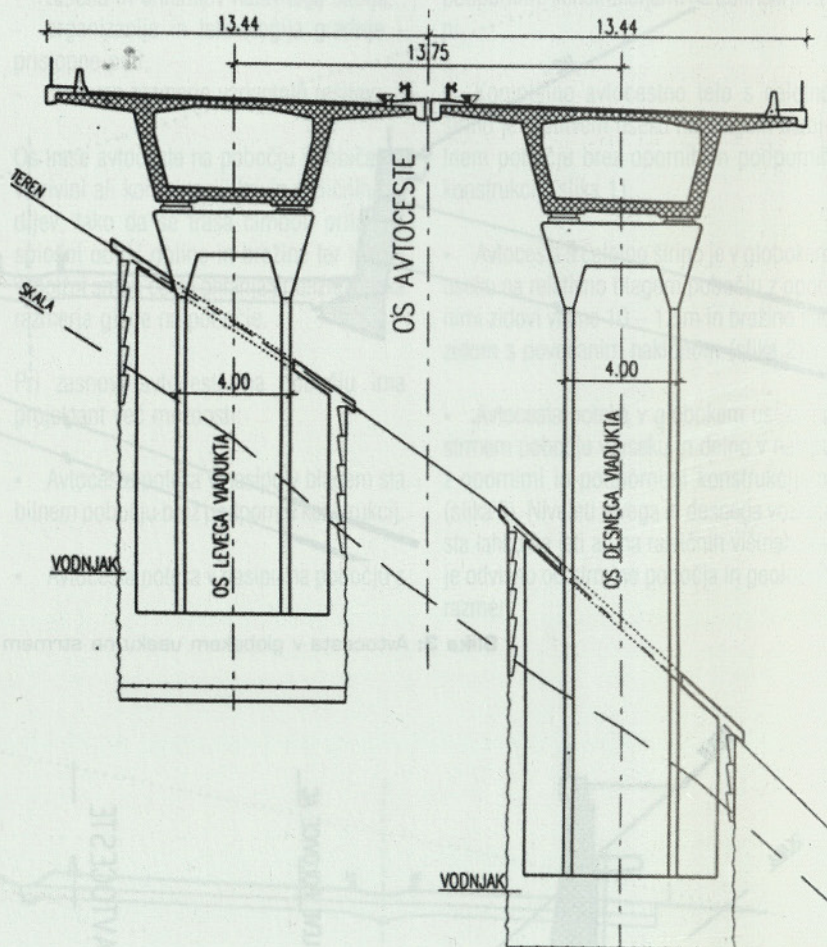
• Celotna avtocesta (obe vozišči) nad strnim pobočjem sta na viaduktih z niveleto na isti ali na različnih višinah (slika 5).

Katera od naštetih osnovnih možnosti bo izbrana, je odvisno od niza dejavnikov, ki jih je potrebno dokumentirano analizirati. Za dokončno odločitev je potrebno izdelati študijo več variantnih idejnih projektov na podlagi ustreznih geomehanskih in geodetskih podlog projektov v sodelovanju med projektantom viadukta, projektantom avtoceste in geomehanikom.

3. VIŠINSKI POLOŽAJ AVTOCESTE NA POBOČNIH VIADUKTIH

Niveleta avtoceste na viaduktu je podrejena zveznemu poteku nivelete obravnavanega odseka avtoceste. Zaželene so nivelete v naklonu od 1 – 3 %. Višinski položaj viadukta nad pobočjem mora biti tak, da pušča najmanj 3 m proste višine pod najnižjim delom prekladne konstrukcije. Pri tem ne smejo biti potrebni drugi posegi v pobočje zunaj območja podpor. Če je območje, po katerem poteka pobočni viadukt, poraščeno z gozdom, je zaželeno, da viadukt poteka nad gozdom, ker se s tem najmanj ogroža naravno okolje in obstoječa vegetacija. Na izbiri optimalnega višinskega položaja vpliva tudi potencialna tehnologija izgradnje prekladne konstrukcije viadukta, ki običajno potrebuje nekaj prostora tudi pod viaduktom. Višina podpor pobočnih viaduktov v mejah od 10 – 30 m ne vpliva na ceno viadukta z več kakor z 3 – 5 %. To dopušča projektantom avtoceste več svobode pri izbiri višinskega položaja trase avtoceste na viaduktih.

Običajno je, da so dvojni viadukti na isti višini. Če pogoji poteka avtoceste izven viadukta pogojujejo različni višini nivelet, je taka rešitev sprejemljiva tudi na delu viadukta (slika 6).



Slika 5: Kompletna avtocesta na strmem pobočju je na viaduktu

4. ORGANIZACIJA IN TEHNOLOGIJA GRADNJE POBOČNIH VIADUKTOV

Potrebno se je zavedati, da določanje položaja avtoceste na pobočnih viaduktih poleg ostalega bistveno vpliva tudi, na izbiri organizacije ter tehnologijo gradnje viaduktov, s tem pa tudi na ceno objekta. Cilj je, da je izgradnja pobočnih viaduktov čim manj odvisna od terenskih razmer. Pri mostovih in dolinskih viaduktih se navadno uporablja enotna organizacija gradbišča pri izgradnji podporne in prekladne konstrukcije. Pri pobočnih viaduktih na strmih oziroma nestabilnih pobočjih pa se posebej organizirajo gradbišča za posamezna podporna mesta, posebej pa za iz-

gradnjo prekladne konstrukcije.

Samo na blago nagnjenem in geološko stabilnem pobočju je možna izgradnja začasnih gradbiščnih poti za dostop mehanizacije do vseh podpor. Začasne poti omogočajo relativno enostavno in ekonomično izgradnjo podpor viaduktov.

Na nestabilnih pobočjih z večjo debelino nestabilnih tal in na pobočjih z nakloni, večjimi od 30°, izgradnja gradbiščnih poti ogroža stabilnost brežin, kvari naravno okolje ter je draga. Realno je, da se v takih razmerah organizacija graditve podpor viaduktov načrtuje brez izgradnje gradbiščnih poti.

Kadar izgradnja začasnih gradbiščnih poti

ni možna oziroma upravičena, je bistven položaj avtoceste glede na rob doline. Izgradnja gradbišnih poti po robu doline je običajno enostavna ter rabi za postavitve žerjava in transport materiala. Doseg žerjava je do okoli 40 m, kar je zaželeno razdalja trase avtoceste od roba doline. Za večje odmike od roba doline je za izgradnjo podpora nujna uporaba drugačne vrste mehanizacije.

Vse sodobne tehnologije izgradnje prekladnih konstrukcij mostov in viaduktov (prosta konzolna gradnja, narivanje, segmentna gradnja in gradnja s pomičnimi odri, so neodvisne od terena. Za tehnologijo narivanja je potrebno imeti delovne platoje pred objektom in za njim na stabilnem pobočju ter ustrezno geometrijo avtoceste na delu viadukta brez prehodnic in vitoperjenj.

5. VELIKOST RAZPETIN TER POLOŽAJ PODPOR POBOČNIH VIADUKTOV

Položaj podpor in velikost razpetin pri pobočnih viaduktih sta v glavnem odvisna od geološko morfoloških pogojev, manj pa od višine objekta nad terenom. Potrebno je težiti k taki rešitvi, ki predvideva podpore v boljših geološko morfoloških pogojih, oziroma so nosilna tla čim bliže terenu. Delež cene temeljenja v skupni vrednosti dolinskih viaduktov je okoli 10 %, pri pobočnih viaduktih pa od 15 – 30 %. Povečanje deleža temeljenja, roki izgradnje in riziki pri težavnem globokem temeljenju vplivajo na to, da se meja optimalnih razpetin veča. Pri daljših pobočnih viaduktih je potrebno posebej analizirati ter upravičiti izbiro velikosti razpetin. Če so npr. za dolinski viadukt višine 20 – 40 m nad terenom racionalni razponi 30 – 45 m, so za pobočne viadukte ti razponi od 45 – 60 m. Seveda na izbiro velikosti razpetin vplivajo tudi vsi drugi znani dejavniki, še posebej tehnologija izgradnje prekladne konstrukcije in racionalno razmerje cene podporne konstrukcije s temeljenjem v primerjavi s ceno prekladne konstrukcije v odvisnosti od velikosti razpetin.

Za razpetine pobočnih viaduktov, večjih od

120 – 150 m, je težko dokazati splošno ekonomsko upravičenost.

6. ZASNOVE PREČNIH PREREZOV PREKLADNIH KONSTRUKCIJ VIADUKTOV

V smernicah za projektiranje premostitvenih objektov je načeloma določeno, da so prekladne konstrukcije viaduktov in mostov ločene, t.j. dvojne. To načelo velja za vse materiale, vse statične sisteme in vse tehnologije izdelave prekladnih konstrukcij.

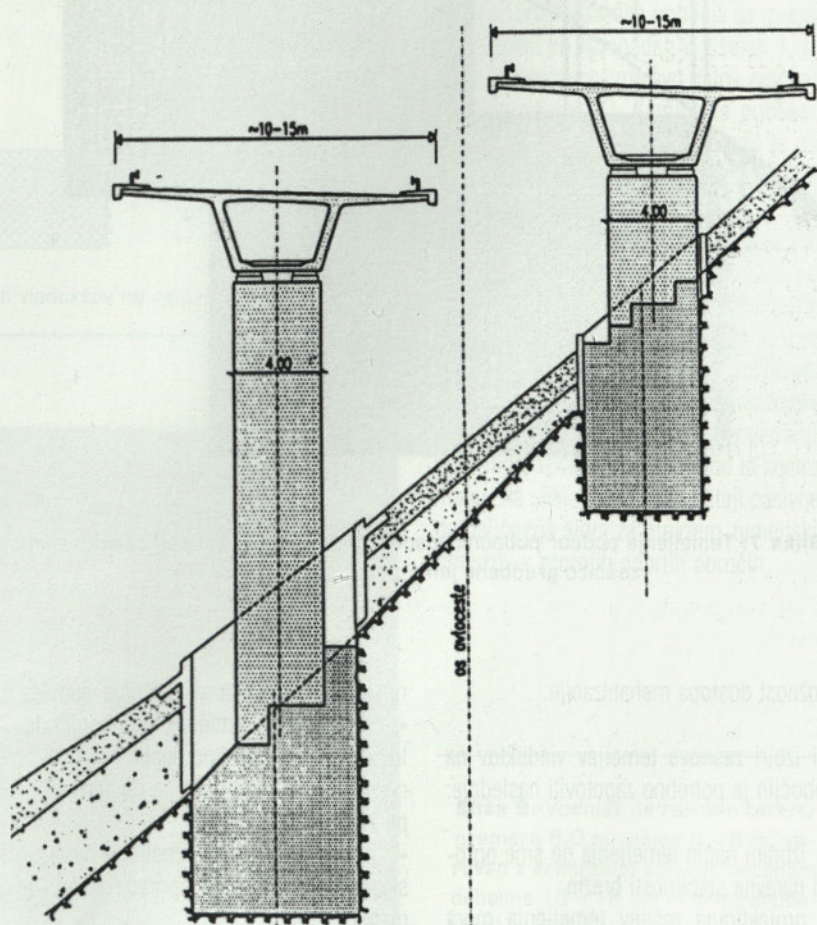
Pri primerjavi rešitev prečnih prerezov kot dvojnih ali enojnih konstrukcij je potrebno upoštevati naslednje vidike:

- funkcija objekta na avtocestni mreži,

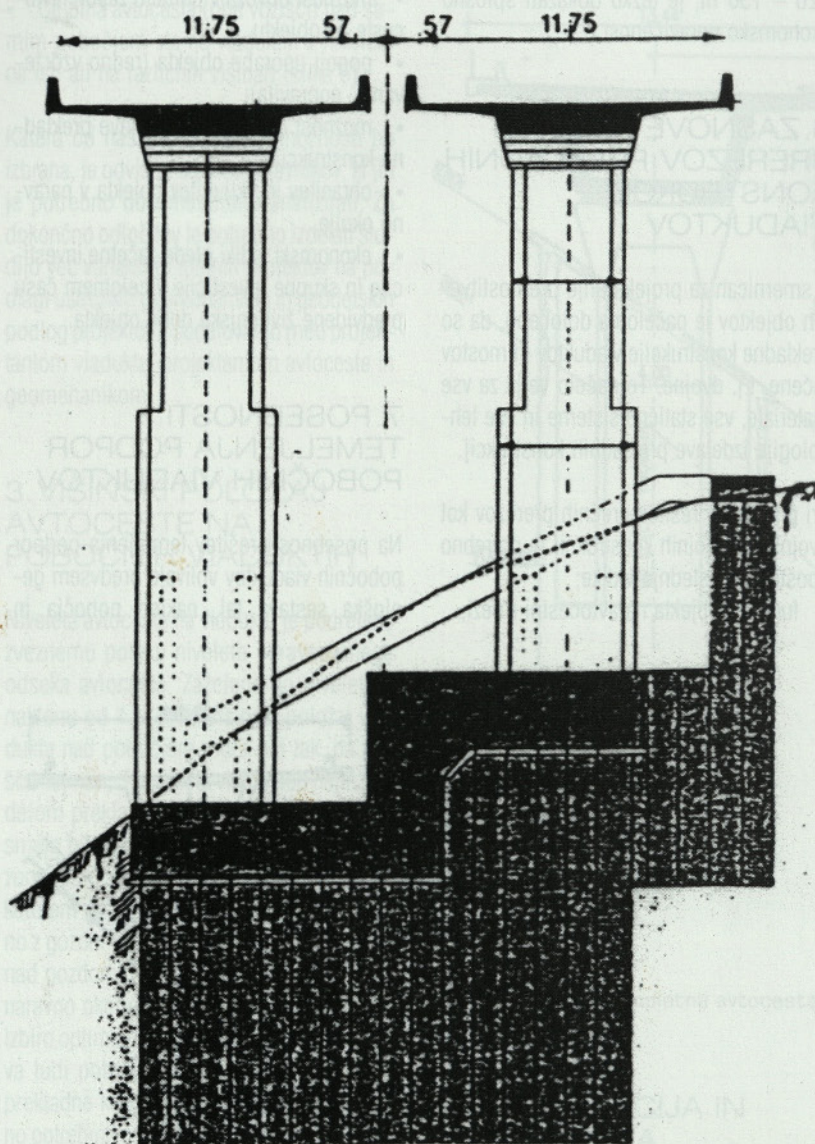
- možnost obvoza v primeru zapore avtoceste na objektu,
- pogoji uporabe objekta (redno vzdrževanje, popravila),
- možnost obnove - zamenjave prekladne konstrukcije,
- ohranitev in vključitev objekta v naravno okolje,
- ekonomski vidiki glede začetne investicije in skupne investicije v celotnem času predvidene življenjske dobe objekta.

7. POSEBNOSTI TEMELJENJA PODPOR POBOČNIH VIADUKTOV

Na posebnosti rešitev temeljenja podpor pobočnih viaduktov vplivajo predvsem geološka sestava tal, naklon pobočja in



Slika 6: Temeljenje podpor pobočnih viaduktov na strmem skalnem pobočju



Slika 7: Temeljenje podpor pobočnih viaduktov z ojačitvijo tal pod temeljem in zaščito gradbene jame z »jet-groutingom«

možnost dostopa mehanizacije.

Pri izbiri zasnove temeljev viaduktov na pobočjih je potrebno zagotoviti naslednje:

- izbrani način temeljenja ne sme ogroziti naravne stabilnosti brežin.
- projektirana rešitev temeljenja mora zagotoviti stabilnost temeljev in podpor viadukta, tudi kadar pride do plazjenja prepe-

rinskega dela terena na območju viadukta.

- v konstrukciji temeljev in spodnjih delov podpor je potrebno pustiti možnost za naknadno vgradnjo sider za dodatne ukrepe proti zdrsu.
- projektirana rešitev temeljenja mora biti skladna z možnostjo uporabe določene mehanizacije.
- dela na temeljenju ne smejo ogroziti varnosti delavcev.

Za strma pobočja s preperinskim slojem spremenljive debeline je ustrezna rešitev po en krožni ali eliptični vodnjak za posamezen steber (slika 5). Temeljna blazina na nižji strani sega najmanj 2,0 m v zdravo skalo. Prostor med stebri in zidom vodnjaka je lahko prazen ali pa zapolnjen, kar je odvisno od stabilnosti preperinskega sloja in višine vodnjaka.

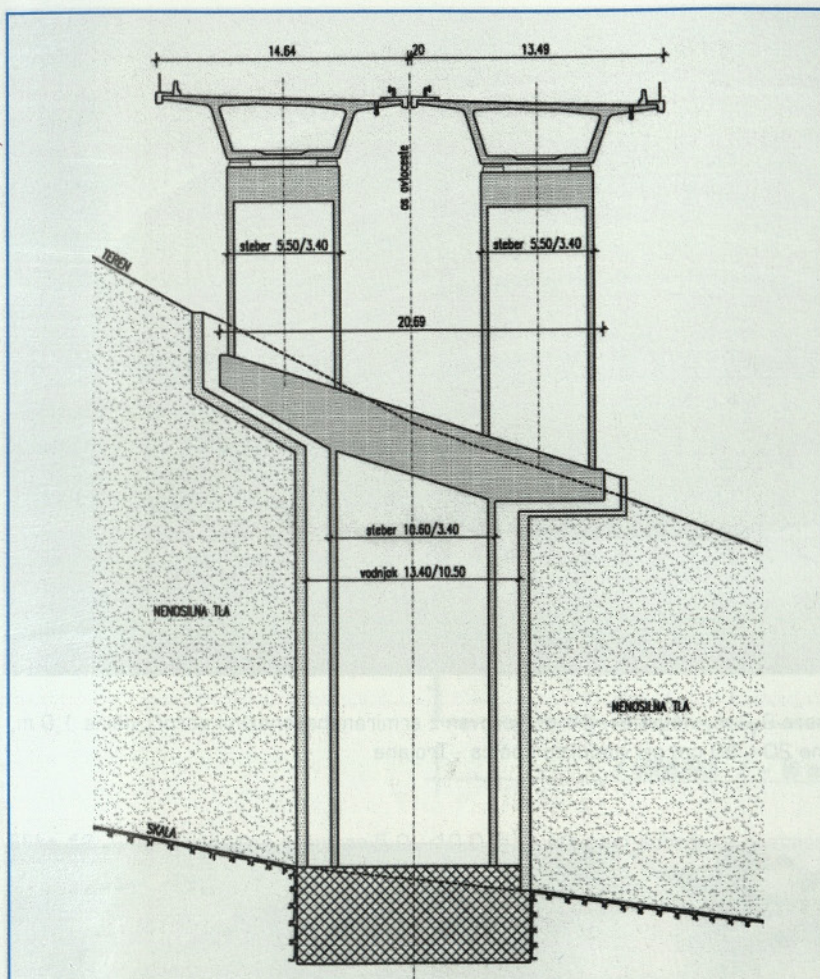
Pri strmih pobočjih v kompaktni skali z manjšo debelino preperinskega sloja se predvideva zaščita izkopa samo za del preperinskega sloja. Izkop v skali je brez zaščite s kontaktnim betoniranjem. Globina izkopa je odvisna od naklona terena ter potrebnega odmika roba temelja od površine terena. To je potrebno, da se ne bi preveč zmanjšala dopustna nosilnost ter da se zagotovi potrebna stopnja vpetosti in varnosti proti zdrsu. Za prevzem večjih horizontalnih sil, pravokotnih na os viadukta, se lahko uporabijo trajna geotehnična sidra (slika 6).

Za gruščnata pobočja z manjšimi nakloni je možno in ugodno za ojačitev tal pod temelji in zaščito izkopa uporabiti injektiranje po sistemu »jet-grouting« (slika 7).

Za temeljenje vmesnih podpor pobočnih viaduktov na strmih pobočjih z večjimi debelinami nenosilnih slojev je dobra rešitev izdelava enega vodnjaka večjega eliptičnega prereza. Skupni del stebra v vodnjaku se končuje s konzolno razširitvijo, iz katere se nadaljujeta ločena stebra prekladne konstrukcije. Prostor med stebrom in vodnjakom ni zapolnjen, tako da je steber v vodnjaku neodvisen od možnih manjših pomikov terena oziroma vodnjaka. Zidovi vodnjaka so ojačeni, da prevzamejo vplive nenosilnega sloja (slika 8).

Pri nas sta v praksi uveljavljena dva načina zaščite izkopa in izdelave vodnjakov:

- zaščita izkopa in formiranje plašča vodnjaka z armiranim torkret betonom debeline 10 – 20 cm.
- zaščita izkopa in formiranje plašča vodnjaka iz armiranobetonskih obročev višine 1,0 m, ki se izdelujejo postopno z



Slika 8: Temeljenje podpor pobočnih viaduktov na skupnem vodnjaku



napredovanjem del v vodnjaku.

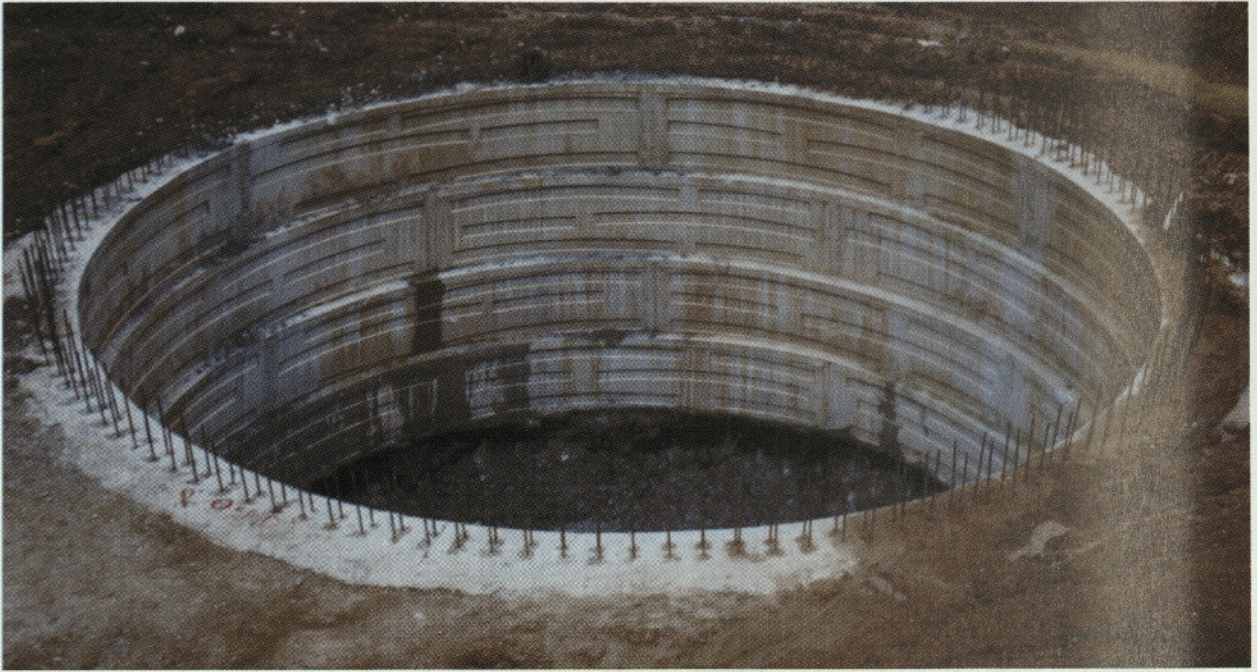
Kateri od dveh naštetih načinov bo uporabljen v konkretnih pogojih, je odvisno predvsem od velikosti zemeljskih pritiskov, premera in višine vodnjaka.

Na ravnem delu terena ali na blago nagnjenem pobočju je možna vzpostavitev delovnega platoja za celotno površino vodnjaka in simetričen izkop v vodnjaku na celotnem prerezu (sliki 9 in 10). Terenski pogoji omogočajo dostop mehanizacije za izdelavo uvrtnih kolov s temeljno blazino na skupini kolov. Cenovna primerjava ter boljši prenos sil konstrukcije viadukta na temeljna tla daje prednost rešitvam z vodnjaki ob pogoju, da priliv vode v vodnjak ni prevelik.

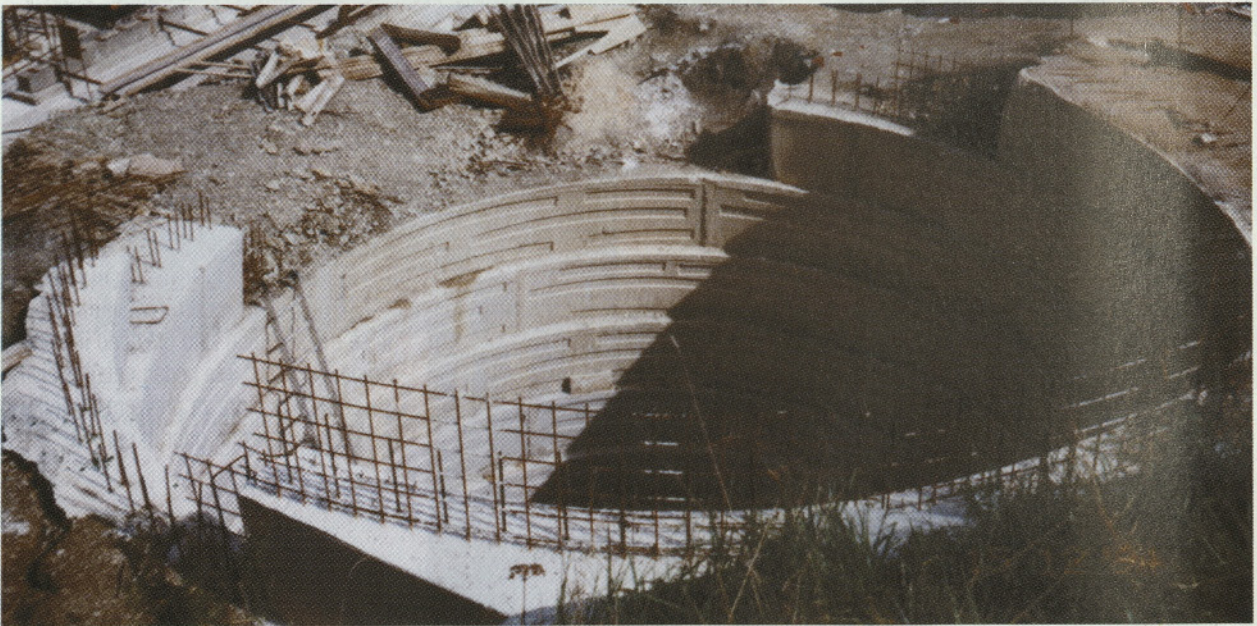
Na strmem pobočju ni možna vzpostavitev delovnega platoja za celotno površino vodnjaka. Izkop in zaščita pobočja se izvajata postopoma po kampadah v višinah 1,0 – 1,5 m z istočasno izdelavo delov zaščitnih prstanov (slika 11). Zemeljske pritiske v zgornjih kampadah (odprti prstani) je potrebno prevzeti s pasivnimi paličnimi sidri.

Na sliki 12 je splošna shema vodnjaka premera 5 – 10 m na strmem pobočju s postopno izdelavo armiranobetonskih obročev višine 1,0 m. Do globine 6 – 8 m je izkop možen z bagri zunaj vodnjaka. V večjih globinah se uporabijo manjši bagri v vodnjaku. Na delu izkopa v skali je nujno miniranje, ki se mora izvajati zelo previdno in kontrolirano. Na sliki 13 je podan detajl pasivnega paličnega sidra za prevzem zemeljskih pritiskov v zgornjih odprtih obročih.

Slika 9: Vodnjak na ravnem terenu premera 6,0 m, višine 6 – 8 m, varovan z armiranim torkret betonom debeline 10 – 15 cm in armiranobetonskim prstanom na vrhu vodnjaka, uporabljen na viaduktih Zlokarje in Črni mlinar - Trojane



Slika 10: Vodnjak na ravnem terenu premera 9,0 m, višine 6 – 15 m, varovan z armiranobetonskimi obroči višine 1,0 m, debeline 20 – 30 cm pri viaduktu Ločica - Trojane

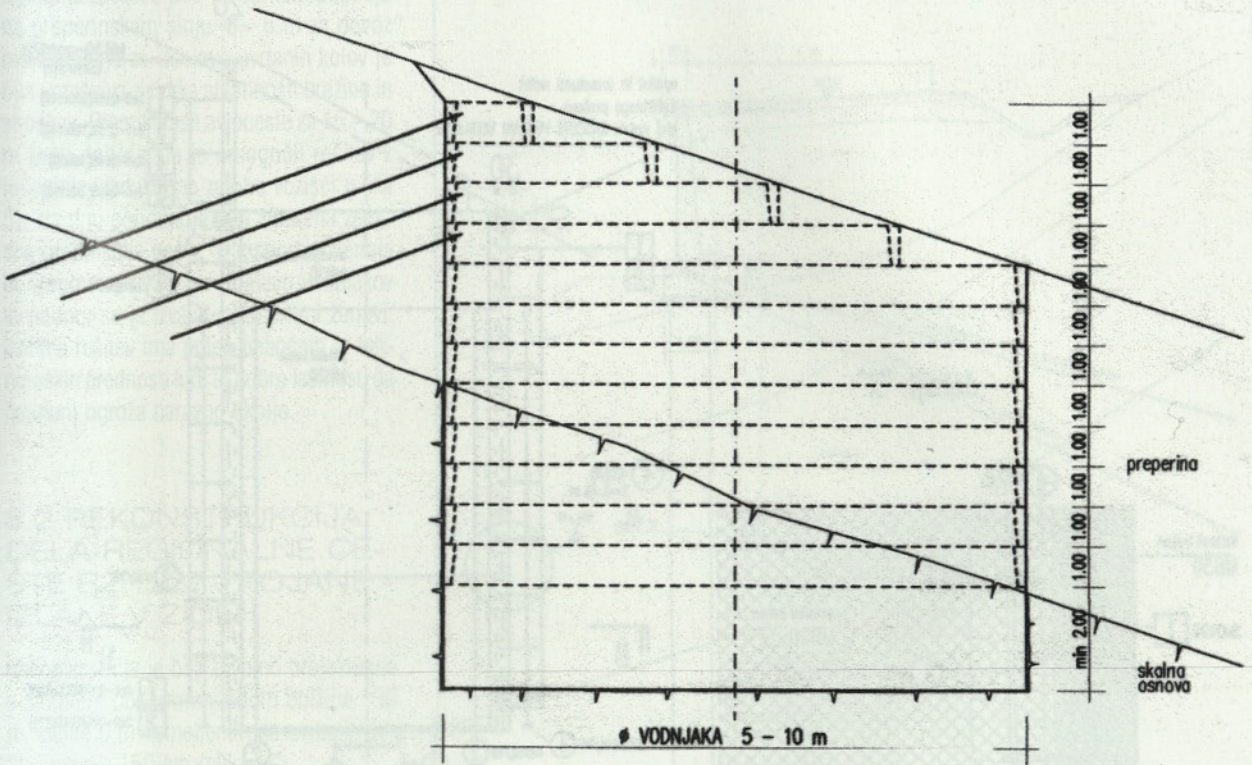


Slika 11: Vodnjak na strmem pobočju premera 9,0 m, višine 6 – 15 m, varovan z armiranobetonskimi obroči višine 1,0 m, debeline 20 – 30 cm, pri viaduktu Ločica - Trojane

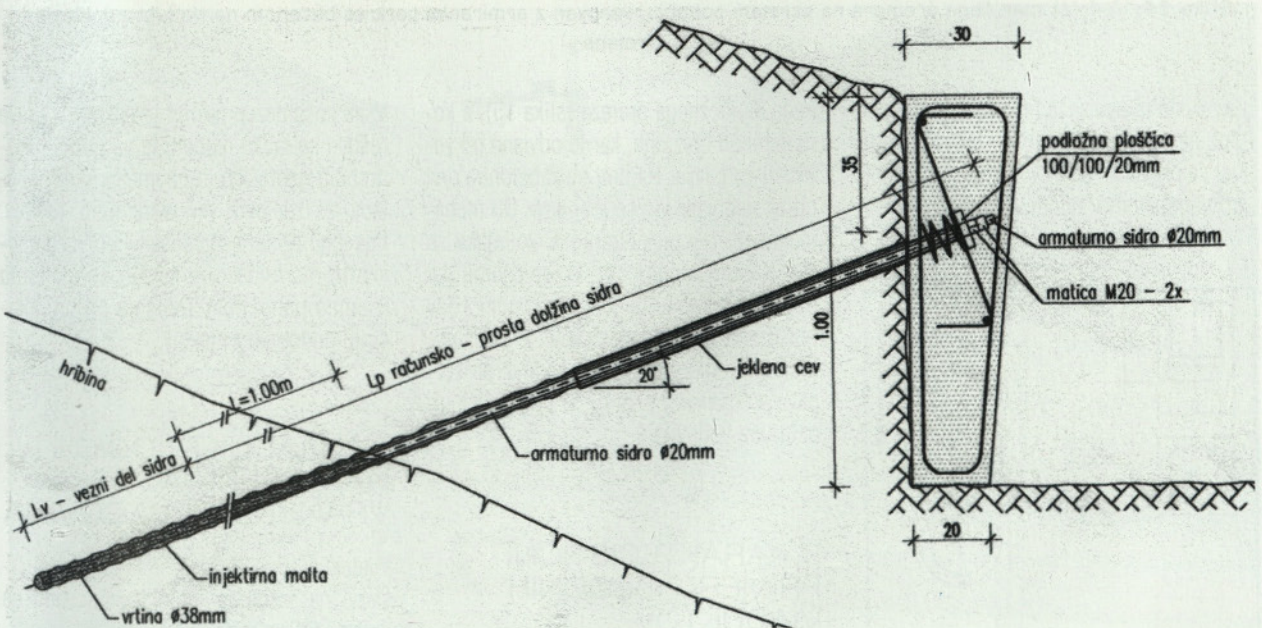
Na sliki 14 je podan prerez in detajl vodnjaka premera 4,5 m, višine 8 – 15 m na strmem pobočju. Zaščita pobočja in zaščita

izkopa v vodnjaku je izvedena z armiranim plaščem iz torkret betona debeline 20 cm. Temeljna blazina je na vrhu ravnega dela

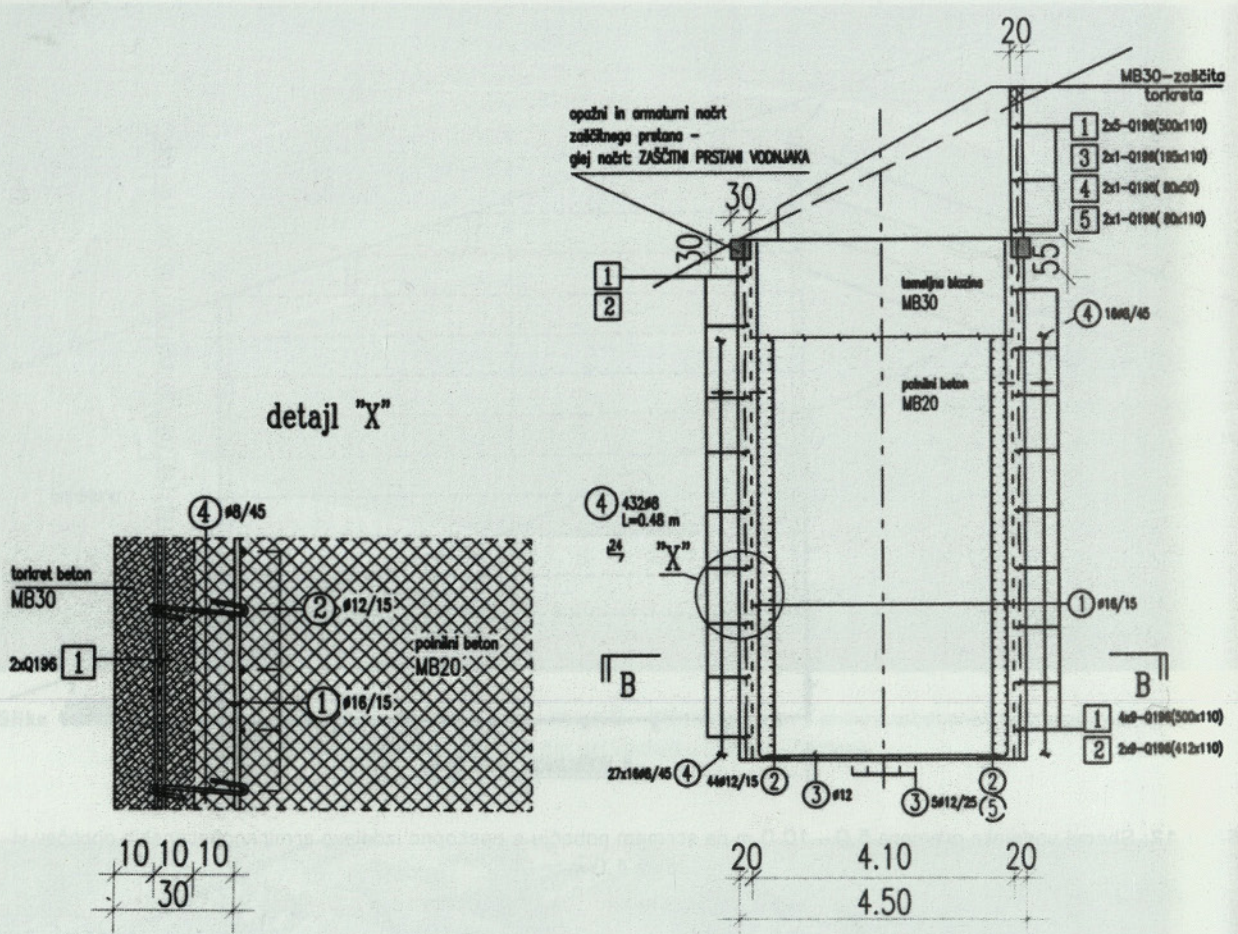
vodnjaka. Na detajlu X je podan način armiranja plašča vodnjaka debeline 30 cm.



Slika 12: Shema vodnjaka premera 5,0 - 10,0 m na strmem pobočju s postopno izdelavo armiranobetonskih obročev višine 1,0 m



Slika 13: Detajl sidranja zgornjih odprtih obročev vodnjakov

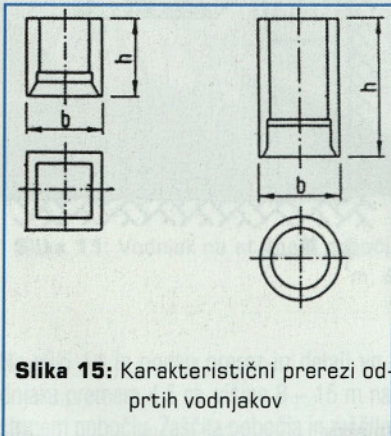


Slika 14: Vodnjak manjšega premera na strmem pobočju, varovan z armiranim torcret betonom na viaduktu Jelševica - Trojana

Za zaščito izkopa za temelje podpor mostov globine 4-10 m (15 m) na ravnem terenu, kjer se pričakuje priliv vode, se uporabljajo armiranobetonski odprti vodnjaki pravokot-

nega ali krožnega prereza (slika 15), s komorami ali brez njih, kar je odvisno od velikosti vodnjaka. Najprej se zabetonira prvi obroč vodnjaka višine 2 – 4 m. Ob mehaziranem izkopu notranjosti vodnjaka se začne vodnjak pogrezati. Ko se zgornji del pogrezne do višine terena, se zabetonira nov obroč vodnjaka in nadaljuje z izkopom. Morebitno vodo, ki doteka v vodnjak se izčrpa s črpalkami v jašku na poglobljenem delu dna vodnjaka.

Vsak posamezen primer je enkraten. Prave rešitve se lahko najdejo le na podlagi podrobnih geoloških in geomehanskih podatkov z izdelavo več variantnih rešitev. Posebno pri umeščanju avtocest na geološko in morfološko zahtevnih pobočjih so izjemno pomembne izkušnje pri projektiranju podobnih objektov.



Slika 15: Karakteristični prerezi odprtih vodnjakov

8. KARAKTERISTIČNI PRIMERI POBOČNIH VIADUKTOV

Splošnih navodil za pravilno in varno izbiro poteka ceste ali avtoceste na pobočju ni.

8.1 VIADUKT LOČICA NA ODSEKU AC VRANSKO - BLAGOVICA

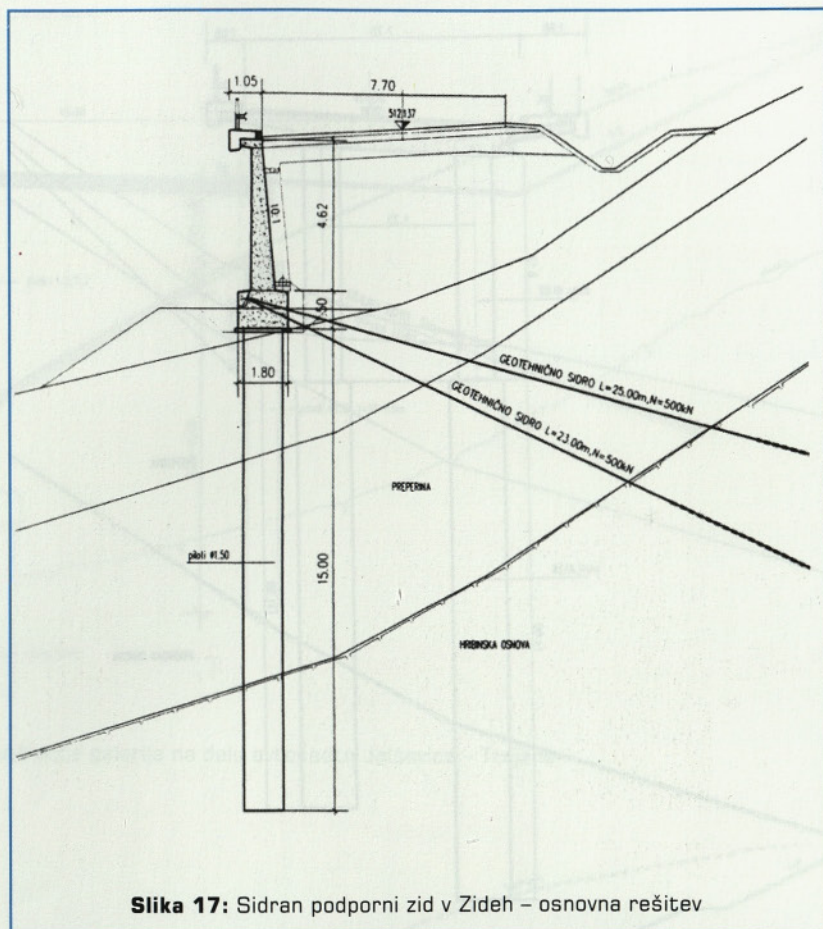
Viadukt dolžine 860 m je imel po prvotni zasnovi na srednjem delu levega pasu na dolžini 400 m zasek z opornim zidom višine 8 – 12 m ter podporno pilotno steno, desni pas pa je bil na viaduktu (slika 4).

Izgradnja začasne poti na strmem pobočju na preperinskem sloju 4 – 6 m za dovoz mehanizacije za izdelavo uvrtnih kolov je bila vprašljiva z vidika stabilnosti brežine in stroškov. Premik trase avtoceste za 15 – 20 m proti dnu doline je omogočil rešitev z ločenima viaduktoma za obe vozišči (slika 5). Na dnu pobočja je bila zgrajena začasna gradbišna cesta. Transport materiala in opreme za izkop ter izdelavo vodnjakov in podpor se je izvajal s stolpnimi žerjavi. Izbrana rešitev ima poleg finančnih in tehnoloških prednosti tudi to dobro lastnost, da najmanj ogroža naravno okolje.

8.2 REKONSTRUKCIJA DELA REGIONALNE CESTE R2 1227 TROJANE - IZLAKE V ZIDEH

Rekonstrukcija je bila prvotno projektirana s sidranim podpornim zidom dolžine 130 m, višine 6 m, temeljenim na uvrtnih kolih premera 150 cm (slika 17).

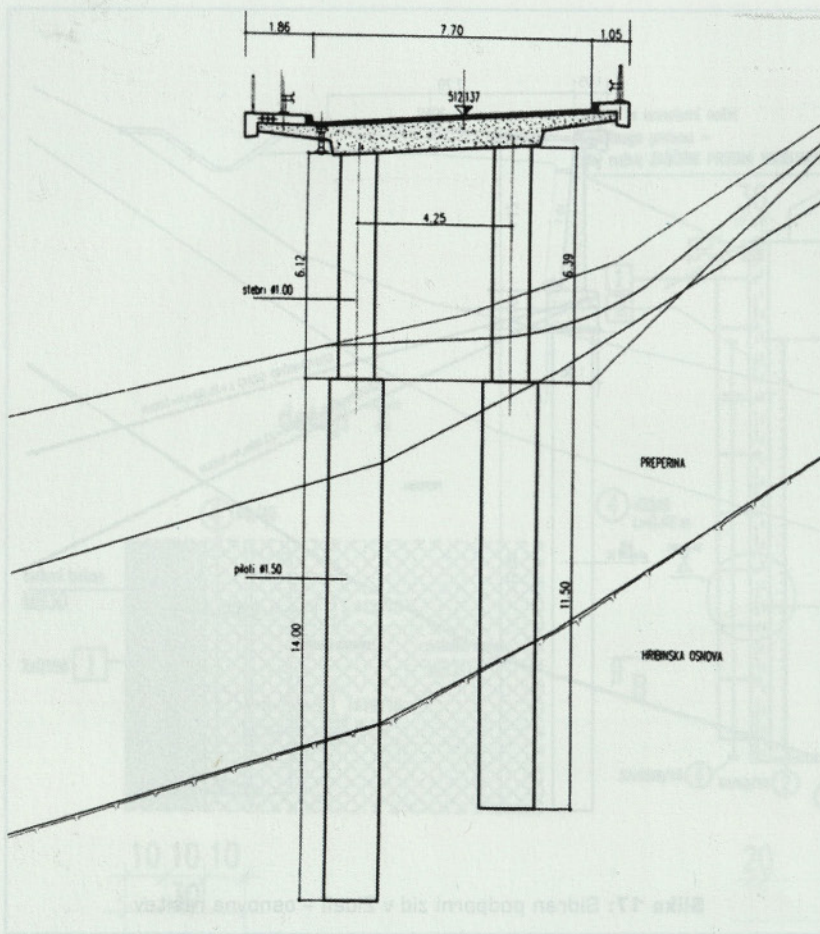
Kot varianta je bil namesto podpornega zidu projektiran in zgrajen viadukt. Armiranobetonska konstrukcija viadukta ima 9 razpetin ($12 + 7 \times 15 + 12 = 129$ m) s



Slika 17: Sidran podporni zid v Zideh – osnovna rešitev



Slika 16: Del viadukta Ločica med gradnjo, maj 2000



Slika 18: Variantna rešitev ceste v Zideh z viaduktom

ploščastim prečnim prerezem debeline 0,8 m. Vmesne podpore viadukta so temeljene na po dveh uvrtnih kolih premera 150cm dolžine 11–14 m, ki se nadaljujejo v stebre premera 100 cm. Stebri so toga povezani s prekladno konstrukcijo (sliki 18 in 19). Cenovna in tehnološka primerjava je pokazala prednost rešitve z viaduktom.

Viadukt v Zideh je bil leta 1997 zgrajen brez težav. Stroški so bili manjši, kot bi bili pri izvedbi rešitve s podpornim zidom (slika 19). Primer kaže na to, da variantne rešitve na nivoju idejnih ali PGD projektov ob ustreznih podatkih o sestavi tal omogočajo racionalnejše izvedbe. Kljub nižji ceni so rešitve z viadukti trajnejše in varnejše od rešitev s podpornimi konstrukcijami.

8.3 ZA DEL AVTOCESTE JELŠEVICA - TROJANE

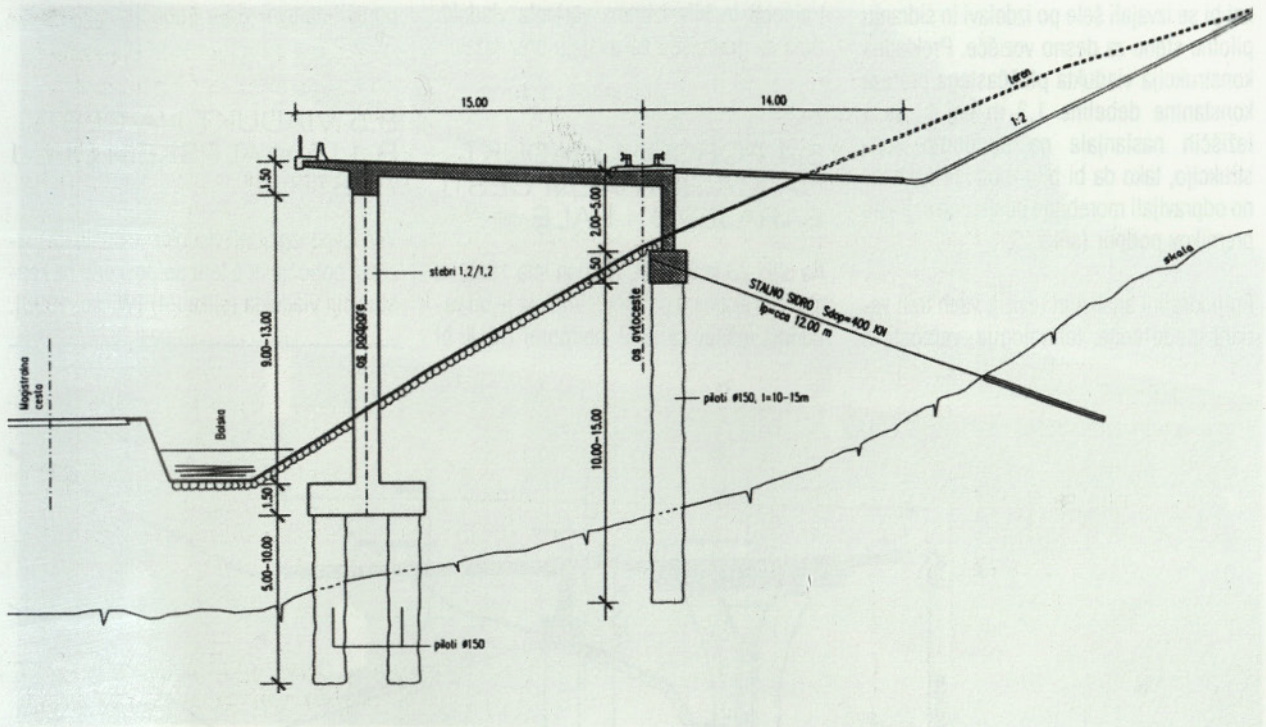
Na nestabilnem strmeh pobočju neposredno ob glavni cesti in reki Bolski so bile izdelane tri variantne rešitve na nivoju idejnih projektov. Bile so izdelane na podlagi podrobnih geoloških, geomehanskih in geodetskih podatkov in so nudile zadosti podatkov za pravilno izbiro.

Varianta galerija je predvidevala armirano-betonsko monolitno okvirno konstrukcijo za levo vozišče avtoceste. Galerija naj bi bila na desni strani podprta z zidom, temeljenim na uvrtnih kolih premera 150 cm dolžine 10 – 15 m. Zid naj bi bil tudi podporna konstrukcija za desni pas. Leve podpore naj bi bili stebri na osni razdalji 15 m, temeljeni na po štirih uvrtnih kolih premera 150 cm, dolžine 5 – 10 m (slika 20).

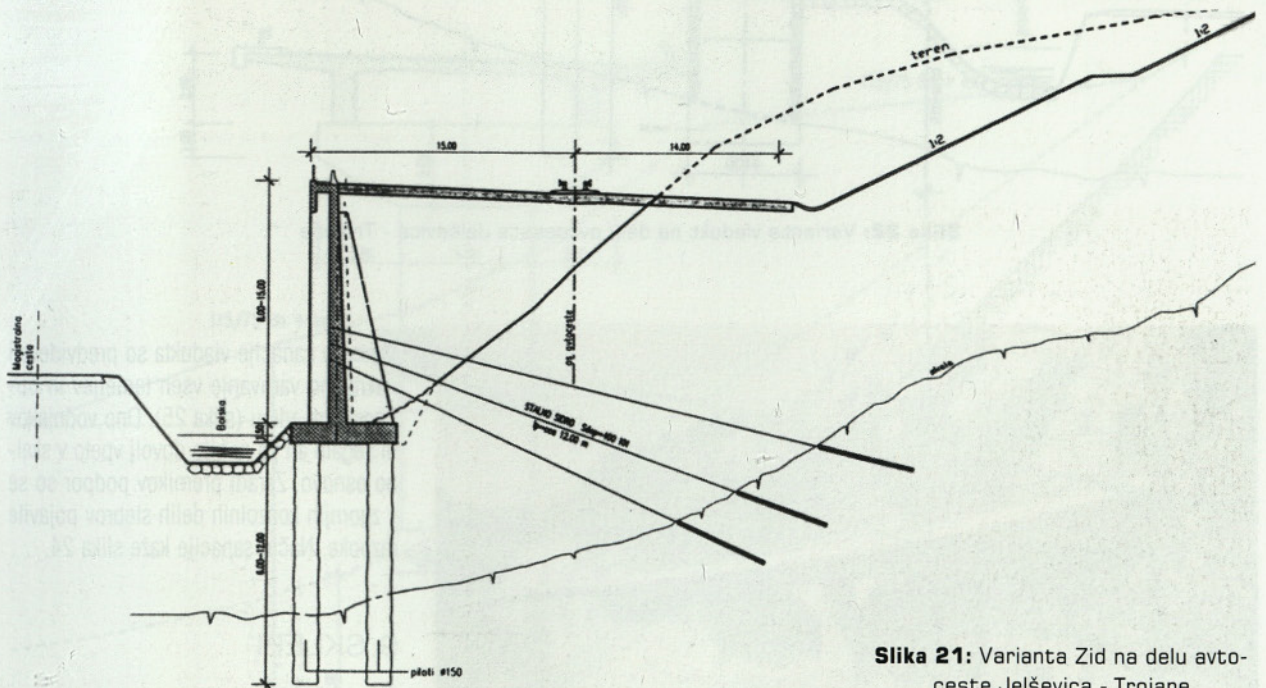
Varianta zid je predvidevala armiranobetonso konstrukcijo zidu višine 8 – 15 m, temeljeno na uvrtnih kolih premera 150 cm, dolžine 6 – 12 m ter večkrat sidrano v skalno podlago zaledja. Zid naj bi bil na robu levega vozišča ob reki Bolska in naj bi varoval obe vozišči avtoceste. Konstruiran je bil kot stenska konstrukcija spremenljive debeline s slopi v medsebojni razdalji 5 m. Velike vodoravne sile zaradi zemeljskih pritiskov naj bi prevzemala sidra v območju



Slika 19: Pobočni viadukt v Zideh (Trojane)



Slika 20: Varianta galerija na delu avtoceste Jelševica – Trojane



Slika 21: Varianta Zid na delu avtoceste Jelševica - Trojane

slopor. Kot podvariante so bili analizirani učinki izdelave nasipa iz različnih materialov z namenom, da se zmanjšajo vplivi zemeljskih pritiskov na zid (slika 21).

Varianta viadukt je predvidevala armiranobetonsko prednapeto konstrukcijo viadukta za levi pas avtoceste in sidrano pilotno steno za desni pas avtoceste. Viadukt naj bi imel

9 razpetin po 30 m. Vmesne podpore naj bi bile temeljene na krožnih vodnjakih premera 400 cm in višine 5 – 15 m, ki naj bi varovale tudi brežine nad vodnjakom. Vodnjaki

M. PRŽULJ: Pobočni viadukti - posebnosti temeljenja

naj bi se izvajali šele po izdelavi in sidranju pilotne stene za desno vozišče. Prekladna konstrukcija viadukta ploščastega prereza konstantne debeline 1,3 m naj bi se v ležiščih naslanjala na podporno konstrukcijo, tako da bi bilo mogoče naknadno odpravljati morebitne posledice manjših premikov podpor (slika 22).

Po podrobni analizi in reviziji vseh treh variant glede cene, tehnologije, varnosti in

trajnosti je bila izbrana varianta viadukt. Dela na gradbišču se izvajajo brez težav.

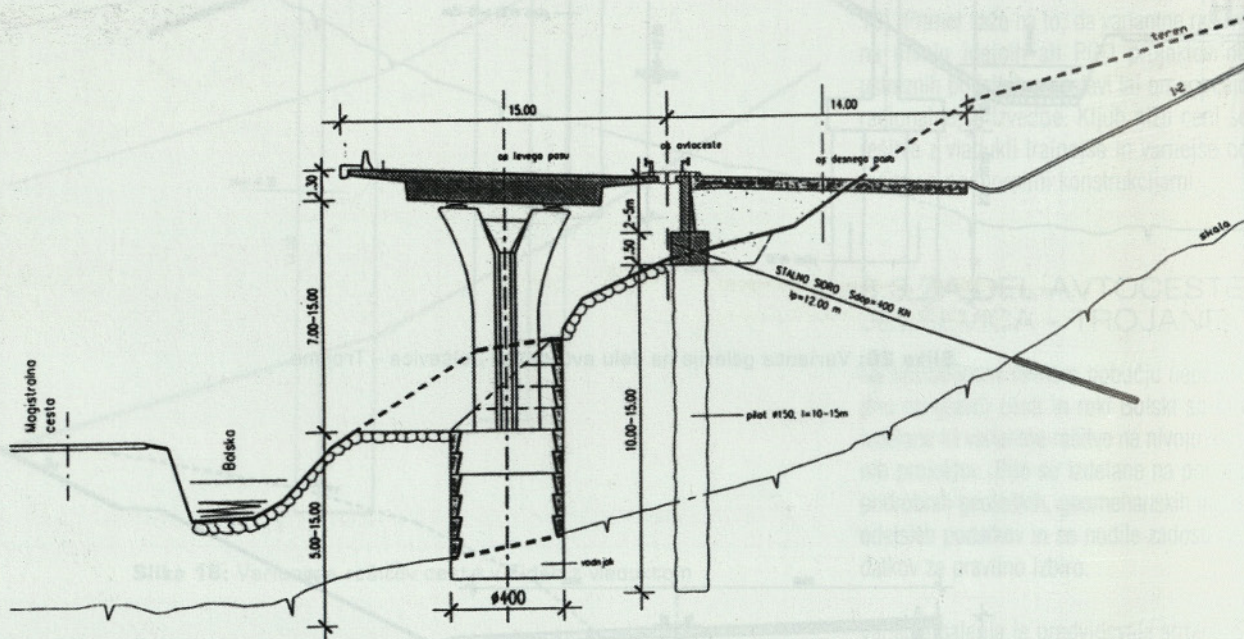
8.4 POBOČNI VIADUKT NA MAGISTRALNI CESTI SARAJEVO – PALE

Na sliki 23 je viadukt, zgrajen leta 1980 na strmem skalnem pobočju. Viadukt je bil varianтна rešitev za visok podporni zid, ki bi

porušil naravni videz pobočja.

8.5 VIADUKT NA CESTI B 115 V ALPSKEM DELU AVSTRIJE

Več let po izgradnji viadukta je prišlo do plazjenja pobočja in s tem do poškodb na konstrukciji viadukta (slika 24) [Wicke, 1996].



Slika 22: Varianta viadukt na delu avtoceste Jelševica - Trojane



Slika 23: Pobočni viadukt na magistralni cesti Sarajevo - Pale

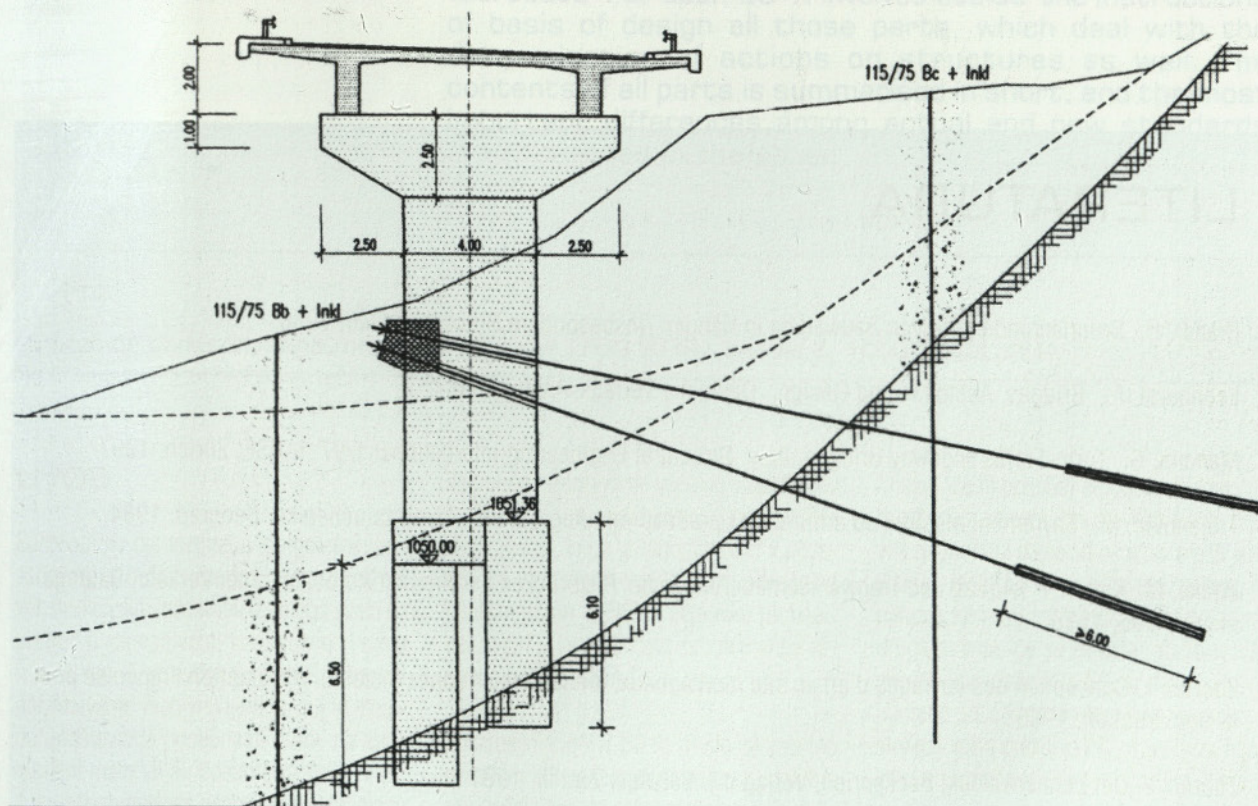
V okviru sanacije viadukta so predvidevali naknadno varovanje vseh temeljev in podpor proti zdrsu (slika 25). Dno vodnjakov ni segalo ali pa ni bilo dovolj vpeto v skalno osnovo. Zaradi premikov podpor so se v zgornjih konzolnih delih stebrov pojavile razpoke. Način sanacije kaže slika 24.

9. SKLEPI

Na sodobnih avtocestah v hribovitih in planinskih območjih predstavljajo viadukti velik del obsega del in s tem tudi velik del vrednosti gradnje avtoceste. Primerno prilagojeni elementi avtoceste (položaj osi glede na pobočje in dolino,



Slika 24: Viadukt na cesti B 115 v Avstriji med sanacijo poškodb zaradi plazjenja tal



Slika 25: Naknadno varovanje vmesnih podpor viadukta na cesti B115 v Avstriji z geotehničnimi sidri

niveleta in celotna geometrija) omogočajo boljše zasnove viaduktov in izbiro sodobnih racionalnih tehnologij graditve.

Cena temeljenja pobočnih viaduktov je velika in znaša 20 – 30 odstotkov cene celotnega objekta. Zato je pomembno, da so v času projektiranja na voljo primerno natančni geološki in geomehanski podatki, ki omogočajo pravilno izbiro načina te-

meljenja viaduktov. Pri zasnovi in podrobnem projektiranju pobočnih viaduktov in njihovega temeljenja so izjemno koristne domače in tuje izkušnje pri projektiranju in izgradnji takih viaduktov. Dela pri temeljenju in graditvi ostalih delov viaduktov ne smejo ogroziti naravne stabilnosti ter videza brežin.

S primerno izbiro razpetin se je mogoče

izogniti plazovitim in nestabilnim delom pobočij.

Po končani gradnji pobočnih viaduktov na trasi avtoceste prek Trojan bo možno pripraviti celovit pregled izkušenj in podatkov, ki bodo koristni pri nadaljevanju gradnje viaduktov na drugih odsekih avtocest, posebej pa na odseku od Razdrtega do Vipave.

LITERATURA

Brandl, H., Brunnenfundierung von Bauwerken in Hängen (insbesondere Brücken), Wien, 1988.

Leonhardt, F., Bridges, Aesthetic and Design, Deutsche Verlags-Anstalt, 1984.

Mancini, G., Turin-Fréjus Highway Bridges, Italy, Structural Engineering International 1/97, IABSE, Zürich, 1997

Trojanović, M., Savremeni mostovi od armiranog i prednapregnutog betona, Zavod za učbenike, Beograd, 1984.

Wicke, M., Kirsch, P., Abtrag und Tragwerkserneuerungen bei Pilzbrücken der Brenner Autobahn unter Verkehr, Bauingenieur 71/96, 1996.

Zbornik 1, Conception des ouvrages d'art en site montagneux, fondations en zones instable, Association Francoise pour la Construction, 1985.

Zbornik 2, Der Lehnenviadukt Beckenried, Verlag d.j. Bänziger Zürich, 1981.

EC 1 - OSNOVE PROJEKTIRANJA IN VPLIVI NA KONSTRUKCIJE

EC 1 - BASIS OF DESIGN AND ACTIONS ON STRUCTURES

STROKOVNI ČLANEK

UDK 006.77(4) EC 1 : 624 (497.12)

JANEZ DUHOVNIK

POVZETEK

Skupina standardov z delovno oznako EN(V) 1991 (Eurocode 1 ali skrajšano EC 1) vsebuje poleg navodil o osnovah projektiranja tudi vse tiste dele, ki obravnavajo določanje vplivov na konstrukcije. V članku je na kratko povzeta vsebina teh delov, predstavljene pa so tudi najpomembnejše razlike med sedanjimi in novimi standardi.

SUMMARY

The group of standards with the working title EN(V) 1991 (Eurocode 1 or abbr. EC 1) involves beside the instructions of basis of design all those parts, which deal with the determination of actions on structures as well. The contents of all parts is summarised in short, and the most important differences among actual and new standards are presented in the paper.

Avtor:

prof. dr. Janez Duhovnik, univ. dipl. inž. grad., FGG IKPIR, Jamova 2, 1000 LJUBLJANA

UVOD

Eurocodi so del rezultatov dolgoletnih prizadevanj različnih mednarodnih združenj konstrukcijskih inženirjev iz celega sveta na področju zanesljivosti konstrukcij. Težnja vseh delov Eurocodov je čimbolj enotno obravnavanje vseh vrst konstrukcij in hkratno upoštevanje posebnosti glede na uporabljeni material ali posamezni vpliv. V EC 1 so zato zbrane vse osnove projektiranja in določbe o vplivih, ki niso odvisne od materiala, iz katerega je zgrajena konstrukcija.

Za boljše razumevanje vsebine standardov iz skupine EC 1 je potrebno nekaj teoretičnega znanja, ki ga je mogoče najti v posebej za ta namen napisanem priročniku [Gulvanessian, 1996] in učbeniku [Schneider, 1997], ki obravnava problematiko zanesljivosti konstrukcij.

Posamezni členi v EC so glede na vsebino označeni kot načelo ali pravilo za uporabo. Kot načela štejejo splošna določila in definicije, za katere ni alternative, ter zahteve in analitični modeli, ki jih ni dovoljeno spre-

minjati, če ni posebej določeno. Načela so označena z znakom P za številko člena. Pravila za uporabo pa so splošno priznana pravila in metode, ki upoštevajo načela in njihove zahteve. Lahko se uporabljajo tudi druga pravila, če se dokaže, da so v njih upoštevana načela iz EC in da z njihovo uporabo dosežemo enako zanesljivost konstrukcij kot s pravili iz EC. Pravila za uporabo so označena samo s številko člena.

Vrednosti, ki so zapisane v oglatih oklepajih, so priporočene. Pri pripravi slovenskih

standardov so večinoma privzete kar pripočene vrednosti.

V EC 1 so uporabljene definicije, ki so usklajene z ustreznim standardom [SIST ISO 8930, 1987]. Ker se slovenski standardi na področju EC 1 sprejemajo po metodi platnice (v angleškem originalu), je za razumevanje potrebno poznati pomen posameznih pojmov. Zato je v nadaljevanju poleg angleške besede iz originalnega besedila standarda EC 1 navedena tudi ustrežna slovenska beseda. Izrazi so razvrščeni v več skupin:

1 Skupni izrazi uporabljeni v vseh EC 1 - 9

1.1 construction works / gradbeni objekt, zgradba - vse, kar je zgrajeno oziroma je rezultat gradbenih del. Ta izraz obsega stavbe in inženirske objekte.

1.2 type of building or civil engineering works / vrsta stavbe ali inženirskega objekta - vrsta gradbenega objekta glede na namen uporabe, npr. stanovanjska hiša, oporni zid, industrijska stavba, cestni most.

1.3 type of construction / vrsta zgradbe - označuje glavni material konstrukcije, npr. armiranobetonska zgradba, jeklena zgradba, lesena zgradba, zidana zgradba, sovprežna jeklena in betonska zgradba.

1.4 method of construction / metoda gradnje - način, po katerem se gradi zgradba: betonirana na mestu, predizdelana, konzolna.

1.5 construction material / gradivo - material uporabljen pri gradnji, npr. beton, jeklo, les, zidovina.

1.6 structure / konstrukcija - urejena kombinacija med seboj povezanih delov, ki je bila načrtovana zato, da bi zagotavljala neko stopnjo togosti.

1.7 form of structure / oblika kon-

strukcije - razporeditev konstrukcijskih elementov, kot so nosilec, steber, lok, temeljni kol. Oblike konstrukcij so npr. okvirji, viseči mostovi.

1.8 structural system / konstrukcijski sistem - nosilni elementi stavbe ali inženirskega objekta in način njihovega skupnega delovanja.

1.9 structural model / računski model konstrukcije - idealizacija konstrukcijskega sistema, ki se uporablja za analizo in projektiranje.

1.10 execution / gradnja - dejavnosti pri ustvarjanju stavbe ali inženirske konstrukcije. Pojem zajema delo na gradbišču pa tudi izdelavo elementov v tovarni in njihovo montažo na gradbišču.

2 Posebni splošni izrazi povezani s projektiranjem

2.1 design criteria / projektni kriterij - količinski izraz, ki opisuje pogoje, ki morajo biti izpolnjeni pri posameznem mejnem stanju.

2.2 design situations / projektna (računska) stanja - nabori fizičnih pogojev, ki predstavljajo določen časovni interval, za katerega je v projektu dokazano, da odločilna mejna stanja niso prekoračena.

2.3 transient design situation / začasno projektno stanje - projektno stanje z mnogo krajšo dobo trajanja, kot je življenjska doba konstrukcije, in veliko verjetnostjo pojavljanja. Nanaša se na začetne pogoje, v katerih se nahaja konstrukcija pri uporabi oz. jim je izpostavljena med gradnjo ali popravilom.

2.4 persistent design situation / trajno projektno stanje - projektno stanje z dobo trajanja primerljivo z življenjsko dobo konstrukcije. Nanaša se na pogoje pri normalni uporabi.

2.5 accidental design situation /

nezgodno projektno stanje - projektno stanje, ki zajema izjemne pogoje pri požaru, trčenju, lokalni poškodbi ipd.

2.6 design working life / projektna življenjska doba objekta - predpostavljena doba, v kateri bo konstrukcija uporabljena za predvideni namen. V tem času bo primerno vzdrževana, ne bo pa potrebna bistvena obnova.

2.7 hazard / nevarnost - izjemno nenavaden in hud dogodek, kot je npr. nenevaden vpliv okolja, nezadostna trdnost ali odpornost ali prekoračeno odstopanje od predvidenih dimenzij.

2.8 load arrangement / razpored obtežbe - določitev položaja, velikosti in smeri prostega vpliva.

2.9 load case / obtežni primer - smiselni razporedi obtežbe, nabori vsiljenih premikov in nepravilnosti, ki se obravnavajo istočasno z nepomičnimi in stalnimi vplivi pri preverjanju projektnih kriterijev.

2.10 limit states / mejna stanja - stanja, v katerih konstrukcija ne ustreza več projektnim zahtevam.

2.11 ultimate limit states / mejna stanja nosilnosti - stanja, povezana s porušitvijo ali podobno obliko odpovedi konstrukcije. Običajno to pomeni zgornjo mejo odpornosti konstrukcije ali njenega dela na obtežbo.

2.12 serviceability limit states / mejna stanja uporabnosti - stanja, ki ustrezajo pogojem, ki določajo mejo, nad katero konstrukcija ali njen del ne ustreza več določenim zahtevam uporabe.

2.12.1 irreversible serviceability limit states / nepovratna mejna stanja uporabnosti - stanja, ki ostanejo presežena, čeprav vplivi, ki so jih povzročili, ne delujejo več.

2.12.2 reversible serviceability limit states / povratna mejna stanja uporabnosti - stanja, ki niso več

presežena, ko vplivi, ki so jih povzročili, ne delujejo več.

2.13 resistance / odpornost - mehanska lastnost sestavnega dela, prečnega prereza, elementa konstrukcije itd., npr. upogibna odpornost, uklonska odpornost.

2.14 maintenance / vzdrževanje - celoten nabor dejavnosti, izvedenih med življenjsko dobo konstrukcije z namenom, da se ohranjajo njene funkcije.

2.15 strength / trdnost - mehanska lastnost materiala, običajno dana v enotah za napetost.

2.16 reliability / zanesljivost - vključuje varnost, uporabnost in trajnost konstrukcije.

3 Izrazi, povezani z vplivi

3.1 action / vpliv

(a) Sila (obtežba), ki deluje na konstrukcijo (neposredni vpliv),

(b) vsiljen ali omejen premik ali vsiljen pospešek, povzročen npr. zaradi spremembe temperature, spremembe vlage, neenakih premikov temeljev ali potresa (posredni vpliv).

3.2 action effect / učinek vpliva - učinek vpliva na konstrukcijski element, npr. notranja sila, moment, napetost, premik, pomik, zasuk, deformacija.

3.3 permanent action (G) / stalni vpliv (G) - vpliv, za katerega je verjetno, da deluje ves čas kakega projektnega stanja. Sprememba njegove velikosti s časom je zanemarljiva v primerjavi z glavno vrednostjo in je monotona, dokler vpliv ne doseže določene mejne vrednosti.

3.4 variable action (Q) / spremenljivi vpliv (Q) - vpliv z majhno verjetnostjo delovanja ves čas kakega projektnega stanja. Sprememba njegove velikosti s časom je ali nezamemarljiva v primerjavi z glavno vrednostjo ali ni monotona.

3.5 accidental action (A) / nezgodni vpliv (A) - vpliv s kratkim časom trajanja, z majhno verjetnostjo, da se pojavi v pomembni velikosti v obravnavanem času med projektno življenjsko dobo. Tak vpliv lahko povzroči hude posledice, če niso bili izvedeni posebni ukrepi, ki bi konstrukcijo pred njim zaščitili.

3.6 seismic action (A_E) / vpliv potresa (A_E) - vpliv, ki se pojavi zaradi premika tal pri potresu.

3.7 fixed action / nepomični vpliv - vpliv, ki ima nepomično razporeditev po konstrukciji. Velikost in smer sta jasno določeni, če sta določeni v eni točki konstrukcije.

3.8 free action / pomični vpliv, prosti vpliv - vpliv, ki nima določenega položaja na konstrukciji.

3.9 single action / posamezni vpliv - vpliv, za katerega lahko predpostavimo, da je statistično časovno in prostorsko neodvisen od drugih vplivov, ki delujejo na konstrukcijo.

3.10 static action / statični vpliv - vpliv, ki ne povzroča pomembnih pospeškov konstrukcije ali konstrukcijskih elementov.

3.11 dynamic action / dinamični vpliv - vpliv, ki povzroča pomembne pospeške konstrukcije ali konstrukcijskih elementov.

3.12 quasi-static action / kvazistatični vpliv - dinamični vpliv, ki ga je mogoče opisati s statičnim modelom, v katerem so vključeni dinamični učinki.

3.13 representative value of an action / reprezentativna vrednost vpliva - vrednost, uporabljena za preverjanje mejnega stanja.

3.14 characteristic value of an action / karakteristična vrednost vpliva - glavna reprezentativna vrednost vpliva. Kolikor je ta vrednost določena statistično,

je izbrana tako, da ustreza predpisani verjetnosti, da v referenčnem obdobju ne bo presežena v neugodnem smislu. Pri tem se upošteva projektna življenjska doba konstrukcije in čas trajanja projektnega stanja.

3.15 reference period / referenčno obdobje - glej 3.14

3.16 combination values / kombinacijske vrednosti - vrednosti, uporabljene v kombinacijah vplivov, pri katerih je upoštevana majhna verjetnost istočasne pojava najbolj neugodnih vrednosti več neodvisnih vplivov.

3.17 frequent value of a variable action / pogosta vrednost spremenljivega vpliva - vrednost vpliva, določena tako:

- da je z določeno vrednostjo omejen celoten čas znotraj izbrane dobe, v katerem je presežena za neki določen del ali
- pa je z določeno vrednostjo omejena pogostost presejanja.

3.18 quasi-permanent value of a variable action / navidezno stalna vrednost spremenljivega vpliva - vrednost vpliva, ki je določena tako, da je celotni čas (znotraj izbranega časovnega obdobja), med katerim je presežena, pomemben del izbranega časovnega obdobja.

3.19 design value of an action F_d / projektna vrednost vpliva F_d - produkt reprezentativne vrednosti vpliva in delnega varnostnega faktorja γ_F .

3.20 combination of actions / kombinacija vplivov - nabor projektnih vrednosti, ki se uporablja za preverjanje zanesljivosti konstrukcij pri mejnih stanjih pri istočasnem delovanju različnih vplivov.

4 Izrazi, povezani z lastnostmi materiala

4.1 characteristic value X_k / karakteristična (značilna) vrednost X_k - vrednost lastnosti materiala, za katero velja predpisana verjetnost, da ne bo dosežena

v hipotetično neomejeni vrsti preskusov. Ta vrednost v splošnem ustreza določeni fraktili predpostavljene statistične porazdelitve posamezne lastnosti materiala. V nekaterih okoliščinah se kot karakteristična vrednost uporablja nazivna vrednost.

4.2 design value of a material property X_d / projektna vrednost lastnosti materiala X_d - vrednost, dobljena z deljenjem karakteristične vrednosti z delnim faktorjem γ_M , ali vrednost, ki je v posebnih okoliščinah določena neposredno.

5 Izrazi, povezani z geometrijskimi podatki

5.1 characteristic value of a geometrical property α_k / karakteristična (značilna) vrednost geometrijske lastnosti α_k - vrednost, ki običajno ustreza dimenziji, določeni v projektu. Če je odločilno, lahko ustreza neki predpisani fraktili statistične porazdelitve.

5.2 design value of a geometrical property α_d / projektna vrednost geometrijske lastnosti α_d - v splošnem je to nazivna vrednost. Če je odločilno, lahko ustreza neki predpisani fraktili statistične porazdelitve.

V EC 1 so uporabljeni simboli, usklajeni z [ISO 3898,1987].

Velike latinske črke

A nezgodni vpliv

A_d projektna vrednost nezgodnega vpliva

A_{Ed} projektna vrednost vpliva potresa

A_{Ek} karakteristična vrednost vpliva potresa

A_k karakteristična vrednost nezgodnega vpliva

C_d nazivna vrednost ali funkcija določene projektne lastnosti materiala

E učinek vpliva

E_d projektna vrednost učinka vplivov

$E_{d,dsf}$ projektna vrednost učinka vplivov, ki zmanjšujejo stabilnost

$E_{d,dsb}$ projektna vrednost učinka vplivov, ki povečujejo stabilnost

F vpliv

F_d projektna vrednost vpliva

F_k karakteristična vrednost vpliva

F_{rep} reprezentativna vrednost vpliva

G stalni vpliv

G_d projektna vrednost stalnega vpliva

$G_{d,sp}$ najmanjša projektna vrednost stalnega vpliva

G_{kj} karakteristična vrednost stalnega vpliva *j*

$G_{d,zg}$ največja projektna vrednost stalnega vpliva

G_{ind} posredni stalni vpliv

G_k karakteristična vrednost stalnega vpliva

$G_{k,sp}$ najmanjša karakteristična vrednost stalnega vpliva

$G_{k,zg}$ največja karakteristična vrednost stalnega vpliva

P vpliv prednapetja

P_d projektna vrednost vpliva prednapetja

P_k karakteristična vrednost vpliva prednapetja

Q spremenljivi vpliv

Q_d projektna vrednost spremenljivega vpliva

Q_{ind} posredni spremenljivi vpliv

Q_k karakteristična vrednost posameznega spremenljivega vpliva

Q_{ki} karakteristična vrednost prevladujočega spremenljivega vpliva

Q_{ki} karakteristična vrednost neprevladujočega spremenljivega vpliva

R odpornost

R_d projektna vrednost odpornosti

R_k karakteristična vrednost odpornosti

X lastnost materiala

X_d projektna vrednost lastnosti materiala

X_k karakteristična vrednost lastnosti materiala

Male latinske črke

a_d projektna vrednost geometrijskega podatka

a_k karakteristična dimenzija

a_{nom} nazivna vrednost geometrijskega podatka

Velike grške črke

Δ_a sprememba nazivnih geometrijskih podatkov za posebne namene pri projektiranju, npr. za določitev geometrijskih nepravilnosti

Male grške črke

γ delni faktor (varnosti ali uporabnosti)

γ_A delni faktor za nezgodne vplive

γ_F delni faktor za vplive, ki upoštevajo negotovost modela in spremembo dimenzij

γ_G delni faktor za stalne vplive

γ_{GA} delni faktor za stalne vplive pri nezgodnih stanjih

γ_{Gd}	delni faktor za stalni vpliv j pri nezgodnih stanjih
$\gamma_{G,sp}$	delni faktor za stalne vplive pri računu spodnjih projektnih vrednosti
γ_{Gj}	delni faktor za stalni vpliv j
$\gamma_{G,zg}$	delni faktor za stalne vplive pri računu zgornjih projektnih vrednosti
γ_I	faktor pomembnosti
γ_m	delni faktor za lastnosti materiala
γ_M	delni faktor za lastnosti materiala, ki upošteva tudi negotovost modela in spremembo dimenzij
γ_P	delni faktor za vplive prednapetja
γ_{PA}	delni faktor za vplive prednapetja za nezgodna stanja
γ_Q	delni faktor za spremenljive vplive
γ_{Qi}	delni faktor za spremenljivi vpliv i
γ_{rd}	delni faktor za negotovost modela odpornosti in spremembe dimenzij
γ_R	delni faktor za odpornost, ki vključuje negotovost lastnosti materiala, modela in spremembe dimenzij
γ_{Rd}	delni faktor za negotovost modela odpornosti
γ_{Sd}	delni faktor za negotovost modela vpliva in / ali učinka vpliva
η	faktor pretvorbe
ξ	redukcijski faktor
ψ_0	koeficient za kombinacijo vrednosti spremenljivega vpliva
ψ_1	koeficient za kombinacijo pogoste vrednosti spremenljivega vpliva
ψ_2	koeficient za kombinacijo navidezno stalne vrednosti spremenljivega vpliva

PREGLED VSEBINE EC 1

EC 1 je v fazi razvoja posameznih predstandardov razdeljen na naslednje dele:

- Del 1: Osnove projektiranja
- Del 2: Vplivi na konstrukcije (lastna teža, požar, sneg, veter, temperaturne spremembe, vplivi med gradnjo, nezgodni vplivi)
- Del 3: Prometna obtežba mostov
- Del 4: Vplivi v silosih in rezervoarjih
- Del 5: Vplivi žerjavov in strojev

V nadaljevanju je podrobneje opisana vsebina prvega dela in podan pregled vsebine drugih delov EC 1.

Del 1: Osnove projektiranja [SIST ENV 1991-1, 1998]

Namen standarda EC 1 - 1 je določiti principe in zahteve za zanesljivost konstrukcij. Pri tem je upoštevano, da pojem **zanesljivosti** vključuje **varnost, uporabnost in trajnost**. EC 1 - 1 je namenjen za uporabo skupaj z drugimi deli EC 1 in EC 2 - EC 9. Uporabniki EC 1 - 1 so člani tehničnih odborov in delovnih skupin, ki pripravljajo druge EC, investitorji, projektanti in državna uprava. Sedanje uvodno besedilo standarda ne omenja izvajalcev, kar pa ni v skladu z drugimi deli besedila, kjer se določbe pogosto nanašajo na dela, ki jih morajo opraviti izvajalci. Čeprav je težnja snovalcev vseh EC čimvečje poenotenje predpisov, lahko vsaka država glede na razvitost določi nivo varnosti v nacionalnem dokumentu, ki uvaja posamezen standard.

Standard vsebuje devet poglavij, ki obravnavajo (1) splošna določila, (2) zahteve, (3) mejna stanja, (4) vplive, (5) lastnosti materiala, (6) geometrijske lastnosti, (7) modeliranje za analizo in račun odpornosti, (8) na preskušanje oprto projektiranje in (9) preverjanje z metodo delnih faktorjev.

V splošnem poglavju (1) je določeno, da je EC 1 uporaben pri projektiranju konstrukcij stavb in inženirskih objektov, le delno pa pri rekonstrukcijah, posebnih objektih, kot so nuklearne elektrarne, in v primerih, ko je

obtežba odvisna od premikov konstrukcije. V primeru rekonstrukcij so EC pogosto prestrogi, v primeru nuklearnih elektrarn pa preblagi. Predpostavljeno je, da vsa dela pri projektiranju in gradnji izvajajo ustrezno kvalificirani in izkušeni ljudje, da obstoji nadzor v obratih in na gradbišču, da bo objekt v času uporabe vzdrževan in uporabljan v skladu s predpostavkami v projektu in da uporabljeni gradbeni materiali in proizvodi ustrezajo zahtevam v drugih EC oziroma drugih standardih.

V zahtevah (2) je najprej določeno, da mora biti konstrukcija projektirana in izvedena tako, da izpolnjuje **dve temeljni zahtevi**: (a) s primerno zanesljivostjo in ob primernih stroških mora rabiti svojemu namenu v predvideni življenjski dobi in prenašati vse vplive med gradnjo in uporabo in (b), škoda, ki na konstrukciji nastane ob požaru, eksploziji, trčenju ali kot posledica človeške napake, mora po velikosti ustrezati vzroku. Kadar konstrukcija izpolnjuje zadnjo zahtevo, pravimo, da je konstrukcija robustna.

Standard EC 1 - 1 predvideva **različne nivoje zanesljivosti**, ki so lahko privzeti bodisi za varnost bodisi za uporabnost. Nivo zanesljivosti je odvisen tudi od vzroka in načina porušitve, možnih posledic, stroškov in postopkov za zmanjšanje rizika ter razmer v državi. Razlikovanje zanesljivosti je možno na nivoju konstrukcije ali elementa konstrukcije. Lahko se doseže z ukrepi pri projektiranju in pri zagotavljanju kakovosti.

Po EC 1 - 1 ločimo naslednja **projektna stanja**:

- trajna projektna stanja, ki trajajo enako dolgo kot življenjska doba objekta;
- začasna projektna stanja, ki imajo kratek čas trajanja, vendar nastopajo z veliko verjetnostjo;
- nezgodna projektna stanja s kratkim časom trajanja in majhno verjetnostjo nastopa;
- potresno projektno stanje.

Kot **projektna življenjska doba** je mišljen čas, v katerem je konstrukcija ob ustreznem vzdrževanju uporabna za predvideni namen brez velikih obnov. Ta čas naj

bi bil za začasne konstrukcije 1-5 let, za zamenljive dele konstrukcij 25 let, za stavbe 50 let in za inženirske objekte 100 let.

Med parametre zanesljivosti šteje po EC 1 - 1 tudi **trajnost** konstrukcije. Vzdrževana konstrukcija ostane v projektni življenjski dobi varna in uporabna. Na trajnost vplivajo: predvidena uporaba, predvideno obnašanje, vplivi okolja, uporabljeni materiali, izbira konstrukcijskega sistema, konstruiranje elementov in detajlov, kakovost izdelave in zagotavljanje kakovosti, zaščitni ukrepi, vzdrževanje.

Predpostavlja se, da bodo izvedeni ustrezni ukrepi za zagotavljanje kakovosti, ki bodo ustrezali zahtevam in predpostavkam pri projektiranju. Ukrepi zajemajo določitev zahtev glede zanesljivosti, organizacijske ukrepe in nadzor v času projektiranja, gradnje, uporabe in vzdrževanja.

Razlikujemo mejna stanja (3) **nosilnosti** in mejna stanja **uporabnosti**. Konstrukcija je v mejnem stanju, ko ne zadošča več projektnim zahtevam glede obnašanja. Mejna stanja se lahko pojavijo v trajnih, začasnih ali nezgodnih projektnih stanjih.

Mejna stanja nosilnosti so povezana s porušitvijo konstrukcije ali podobnimi usodnimi pojavi, katerih posledica je nezanesljivost konstrukcije. Nanašajo se na varnost konstrukcije, dobrin in ljudi. Mednje štejemo pojave, kot so:

- izguba ravnotežja konstrukcije kot togega telesa (prevrnitev);
- porušitev zaradi velikih premikov, pretvorbe v mehanizem, preloma, nestabilnosti konstrukcije ali njenega dela;
- porušitev konstrukcije zaradi utrujenosti ali drugih časovno odvisnih učinkov.

S preprečevanjem mejnih stanj uporabnosti zagotavljamo:

- delovanje objekta ali njegovega dela,
- udobje ljudi ali
- ustrezen videz konstrukcije.

Ločimo:

- povratna in

- nepovratna mejna stanja uporabnosti.

Če niso določene s predpisi, je treba zahteve glede uporabnosti določiti v pogodbi in/ali pri projektiranju.

Mejna stanja uporabnosti se lahko nanašajo na:

- premike, ki vplivajo na videz ali uporabo konstrukcije ali povzročajo poškodbe nenosilnih delov konstrukcije;
- nihanja, ki povzročajo neugodje pri ljudeh, poškodbe konstrukcije ali omejujejo njeno uporabo;
- poškodbe, ki kvarijo videz, trajnost ali uporabnost konstrukcije;
- vidne poškodbe, nastale zaradi utrujenosti in drugih časovno odvisnih pojavov.

Projektiranje na mejna stanja obsega:

- izbiro računskega modela in modela obtežbe za vsa odločilna mejna stanja nosilnosti in mejna stanja uporabnosti;
- preverjanje, da mejna stanja niso dosežena ob upoštevanju predpisanih vplivov ter pri danih lastnostih materiala in geometriji konstrukcije.

Projektne vrednosti se izračunajo iz karakterističnih ali reprezentativnih vrednosti v kombinaciji z delnimi in drugimi faktorji.

Vplive (4) lahko razvrstimo na več načinov. Pogosto govorimo o **neposrednih** vplivih, kakršne so recimo koncentrirane ali razporejene sile. Med **posredne** vplive pa štejemo vsiljene ali preprečene premike ali pospeške.

Vplivi so razvrščeni še glede na **časovno spremenljivost vpliva**:

- stalni (G), npr. lastna teža, pritrjena oprema, zgornji ustroj na cestah;
- spremenljivi (Q), npr. koristna obtežba, veter, sneg;
- nezgodni (A), npr. eksplozije, trki vozil.
- **prostorsko spremenljivost**:
- nepomični (vezani), npr. lastna teža
- pomični (prosti), pomična koristna obtežba, veter, sneg

odziv konstrukcije:

- statični

- dinamični

V številnih primerih je možno dinamični vpliv zajeti s povečanjem statičnega vpliva.

Nekatere vplive lahko včasih glede na kraj gradnje upoštevamo kot nezgodne in/ali spremenljive (potres, sneg, veter). Prednapenjanje (P) upoštevamo kot stalen vpliv. Posredni vplivi so lahko stalni (npr. premiki podpor) ali spremenljivi (npr. sprememba temperature).

Vpliv je opisan z modelom in velikostjo (največkrat skalar z več reprezentativnimi vrednostmi). Za analizo utrujanja in dinamično analizo so potrebne bolj zapletene predstavitve vplivov.

Karakteristična vrednost vpliva F_k je njegova glavna reprezentativna vrednost. F_k je določena:

- v ustreznem delu EC 1 kot glavna vrednost, zgornja in spodnja vrednost ali nazivna vrednost,
- pri projektiranju, ob upoštevanju določil EC 1.

Karakteristična vrednost stalnega vpliva je določena:

- kot ena vrednost G_k , če je varianca G majhna,
- kot zgornja vrednost $G_{k,zg}$ in spodnja vrednost $G_{k,sp}$, če varianca G ni majhna [$<0,1$].

V večini primerov lahko predpostavimo, da je G_k glavna vrednost, $G_{k,sp}$ [0,05] fraktila in $G_{k,zg}$ [0,95] fraktila statistične porazdelitve za G , ki jo privzamemo kot normalno. Lastna teža je običajno določena z eno karakteristično vrednostjo in se izračuna iz nazivnih dimenzij in gostote.

Karakteristična vrednost spremenljivega vpliva Q_k je:

- zgornja vrednost s predvideno verjetnostjo, da ne bo večja ali spodnja vrednost s predvideno verjetnostjo, da ne bo manjša v določenem referenčnem obdobju,
- nazivna vrednost za primere, ko statistična porazdelitev ni znana.

Večinoma se lahko privzame za predvideno verjetnost [0,98] in za referenčno obdobje eno leto.

Za neugodne vplive je reprezentativna vrednost v splošnem karakteristična vrednost A_k , ki ustreza neki določeni vrednosti.

Posamezne vrednosti so določene v drugih delih EC 1 in za potres v EC 8.

Podrobneje so določene še druge reprezentativne vrednosti spremenljivih in neugodnih vplivov.

Za preprečevanje posledic vplivov okolja so ukrepi predpisani v EC 2 - EC 9.

Lastnosti gradbenih materialov (5) in temeljnih tal morajo biti določene z merljivimi fizikalnimi veličinami in ugotovljene s preskusi. Velikost in oblika preskušancev morata biti izbrani tako, da preskus zajame vse bistvene vplivne veličine. Glavne lastnosti, ki opisujejo nosilnost materiala, so trdnost, elastični modul, krčenje, kot trenja in gostota. Lastnosti gradbenih materialov označujemo s karakterističnimi vrednostmi.

Karakteristične vrednosti geometrijskih lastnosti (6) so običajno enake projektnim. Če je odločilno, lahko pri dimenzioniranju upoštevamo možnost spremenljivosti geometrijskih veličin.

Modeliranje za analizo in račun odpornosti obravnava poglavje (7). Za vsako mejno stanje mora računski model upoštevati vse pomembne spremenljivke. Računski oziroma preskusni model mora biti tako natančen, da z njim lahko napovemo odziv konstrukcije in mejna stanja. Pri modeliranju za statične vplive moramo primerno izbrati sovisnost med silami in premiki. Vpliv premikov na sile je treba upoštevati, če je večji od 10 %. V splošnem pa velja, da so lahko modeli za mejna stanja uporabnosti in za kontrolo utrujenosti linearni.

Pri modeliranju za dinamične vplive ločimo dva primera: če je vpliv kvazistatičen, ga upoštevamo pri statični vrednosti ali z dinamičnim faktorjem. Pri tem je včasih treba poznati lastne frekvence konstrukcije. V

nekaterih primerih (prečna nihanja pri vetru, potres) se vplivi določijo z modalno analizo po teoriji prvega reda. Za pravilno oblikovane konstrukcije, kjer je pomembna samo prva oblika nihanja, lahko namesto eksplicitne modalne analize uporabimo ustrezne statične vplive, ki so odvisni od nihajne oblike, frekvence in dušenja. Vplive lahko ugotovimo tudi s časovnim odzivom ali v frekvenčnem področju.

Modeli za upoštevanje vplivov požara morajo vključevati toplotne in mehanske vplive in obnašanje konstrukcije pri povišanih temperaturah. Račun je lahko oprt na poskuse. Analiziramo lahko posamezne elemente ali celo konstrukcijo. Modeli so lahko linearno elastični, togo plastični ali nelinearni.

Na preskušanje oprto projektiranje je obravnavano v poglavju (8). Preskusni modeli lahko rabijo kot podpora računskim modelom za določanje notranjih sil ali za določitev obnašanja kakega značilnega nosilnega dela. Poskus opravimo navadno takrat, ko so računski modeli zelo negotovi. Nivo zanesljivosti dimenzioniranja na podlagi poskusa mora biti primerljiv z nivojem zanesljivosti pri uporabi računskega modela.

Preskusi so lahko:

- direktni preskusi za določitev končne odpornosti ali uporabnih lastnosti delov konstrukcije,
- preskusi za ugotavljanje lastnosti materiala,
- preskusi za zmanjšanje negotovosti predpostavk v računskih modelih,
- kontrolni preskusi,
- preskusi med gradnjo,
- preskusi na zgrajenih konstrukcijah.

Projektne vrednosti določimo na podlagi preskusov

- z ugotavljanjem karakterističnih vrednosti, ki jih nato pomnožimo s pretvornim faktorjem in delimo z delnim faktorjem,
- z neposrednim ugotavljanjem projektne vrednosti, ki vključuje pretvorbo in zanesljivost.

Varnost in uporabnost konstrukcije dokazujemo z metodo delnih varnostnih faktorjev (9). Pri tem je upoštevan vpliv negotovosti in spremenljivosti za vsak vpliv posebej. Pri določanju mejnih stanj je treba upoštevati razmere, v katerih bo stal objekt v njegovi življenjski dobi in določiti ustrezna projektna stanja. Upoštevati je treba stanja pri gradnji in uporabi ter pri neugodah.

Ob uporabi EC 1 veljajo nekatere omejitve in poenostavitve. Pravila v EC 1 so omejena za statično in kvazistatično obtežbo. Za nelinearno analizo in analizo utrujenosti so potrebne spremembe, navedene v drugih delih EC 1 in EC 2 - EC 9. Poenostavitve pri preverjanju se lahko uporabljajo če:

- vnaprej lahko ugotovimo, katera stanja so v nekem primeru kritična,
- v nekaterih primerih pri stavbah,
- z določitvijo posebnih pravil za konstruiranje.

Pri preverjanju mejnih stanj upoštevamo **projektne vrednosti** posameznih veličin, ki jih določamo po naslednjih pravilih:

vplivi:

$$F_d = \gamma_F F_{rep} \quad (1)$$

za posamezne vplive:

$$\begin{aligned} G_d &= \gamma_G G_k \text{ ali } G_k \\ Q_d &= \gamma_Q Q_k \gamma_{\psi_0} \psi_0 Q_k \psi_1 Q_k \psi_2 Q_k \text{ ali } Q_k \\ A_d &= \gamma_A A_k \text{ ali } A_k \\ P_d &= \gamma_P P_k \text{ ali } P_k \\ A_{Ed} &= A_{Ed} \end{aligned} \quad (2)$$

učinki vplivov:

$$E_d = E(F_{d1}, \dots, a_{d1}, \dots, X_{d1}, \dots) \quad (3)$$

lastnosti materiala:

$$X_d = \eta X_k / \gamma_M \quad (4)$$

geometrijski podatki:

$$a_d = a_{nom} \text{ ali} \quad (5)$$

$$a_d = a_{nom} + \Delta_a \quad (6)$$

odpornost, nosilnost:

$$R_d = R(a_{d1}, \dots, X_{d1}, \dots) \quad (7)$$

oziroma:

$$R_d = R\{X_k / \gamma_M, a_{nom}\} \quad (7a)$$

$$R_d = R\{X_k, a_{nom}\} / \gamma_R \quad (7b)$$

$$R_d = R\{X_k / \gamma_M, a_{nom}\} / \gamma_{rd} \quad (7c)$$

$$R_d = R_k / \gamma_R \quad (7d)$$

Projektne vrednosti vplivov dobimo z množenjem z delnimi faktorji, projektne vrednosti lastnosti materialov pa delimo z delnimi faktorji.

Pri **mejnih stanjih nosilnosti** preverjamo statično ravnotežje in trdnost. Pri preverjanju statičnega ravnotežja preverjamo, ali so projektni učinki vplivov, ki zmanjšujejo stabilnost konstrukcije, manjši ali enaki učinkom, ki povečujejo stabilnost konstrukcije. Pri preverjanju trdnosti pa preverjamo, ali so projektni učinki manjši ali enaki odpornosti konstrukcije.

Statično ravnotežje:

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stab} \quad (8)$$

Porušitev:

$$E_d \leq R_d \quad (9)$$

Pri tem upoštevamo kombinacije vplivov, ki jih dobimo z upoštevanjem verjetnosti istočasnega pojavljanja različnih vplivov (preglednica 1).

Kombinacije lahko simbolično predstavimo tudi na naslednji način:

a) trajna in začasna projektna stanja (z izjemo utrujanja)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} \text{ "+" } \gamma_{Pk} P_k \text{ "+" } \gamma_{Ql} Q_{kl} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \psi_{0i} Q_{ki} \quad (10)$$

b) nezdgodna projektna stanja

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} \text{ "+" } \gamma_{PA} P_k \text{ "+" } A_d \text{ "+" } \psi_{1l} Q_{kl} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \psi_{2i} Q_{ki} \quad (11)$$

c) potresno projektno stanje

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} \text{ "+" } P_k \text{ "+" } \gamma_I A_{Ed} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \psi_{2i} Q_{ki} \quad (12)$$

Znak "+" pomeni "kombiniram z".

Delni faktorji pri mejnih stanjih nosilnosti so zbrani v preglednici 2.

Kombinacijski faktorji za stavbe so dani v preglednici 3, za druge konstrukcije so določeni v ustreznih delih EC 1.

Pri stavbah lahko mejna stanja nosilnosti preverjamo po poenostavljenih enačbah. Za trajna in začasna projektna stanja lahko preverjanje poenostavimo ob upoštevanju naj-

neugodnejše od naslednjih kombinacij:

a) projektno stanje z enim samim spremenljivim vplivom

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} \text{ "+" } [1,5] Q_{kl} \quad (13)$$

b) projektno stanje z dvema ali več spremenljivimi vplivi

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} \text{ "+" } [1,35] \sum_{i > 1} Q_{ki} \quad (14)$$

V tem primeru moramo učinke vplivov preveriti tudi po enačbi pod a).

Pri **mejnih stanjih uporabnosti** preverjamo, ali so učinki vplivov manjši ali enaki nazivnim vrednostim ali funkcijam določenih projektnih lastnosti materiala.

$$E_d \leq C_d \quad (15)$$

Pri tem upoštevamo kombinacije, zbrane v preglednici 4.

Kombinacije lahko opišemo tudi simbolično:

a) karakteristična (redka) projektna stanja

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} \text{ "+" } P_k \text{ "+" } Q_{kl} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \psi_{0i} Q_{ki} \quad (16)$$

b) pogosta projektna stanja

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} \text{ "+" } P_k \text{ "+" } \psi_{1l} Q_{kl} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \psi_{2i} Q_{ki} \quad (17)$$

projektno stanje	stalni vplivi G_d	samostojni spremenljivi vplivi Q_d		nezgodni ali potresni vpliv
		prevladujoči	drugi	
trajno in začasno	$\gamma_G G_k$ ($\gamma_P P_k$)	$\gamma_{Q1} Q_{k1}$	$\gamma_{Qi} \psi_{0i} Q_{ki}$	-
nezgodno	$\gamma_{GA} G_k$ ($\gamma_{PA} P_k$)	$\psi_{11} Q_{k1}$	$\psi_{2i} Q_{ki}$	$\gamma_A A_k$ ali A_d
potresno	G_k	-	$\psi_{2i} Q_{ki}$	$\gamma_I A_{Ed}$

Preglednica 1: Projektne vrednosti vplivov v kombinacijah za preverjanje mejnega stanja nosilnosti

primer	vpliv	simbol	stanja	
			P/T	A
primer A izguba statičnega ravnotežja; trdnost materiala konstrukcije ali tal je nepomembna.	stalni vplivi: lastna teža konstr. in nekonstr. delov, stalni vplivi tal, talne vode in stoječe vode			
	• neugodni	$\gamma_{Gzg}^{4)}$	[1,10] ²⁾	[1,00]
	• ugodni	$\gamma_{Gsp}^{4)}$	[0,90] ²⁾	[1,00]
	spremenljivi vplivi			
	• neugodni	γ_Q	[1,50]	[1,00]
	nezgodni vplivi	γ_A		[1,00]
primer B ⁵⁾ odpoved konstrukcije ali konstrukcijskega elementa, vključno s temelji, koli, temeljnimi stenami ipd. zaradi premajhne trdnosti materiala konstrukcije.	stalni vplivi ⁶⁾			
	• neugodni	$\gamma_{Gzg}^{4)}$	[1,35] ³⁾	[1,00]
	• ugodni	$\gamma_{Gsp}^{4)}$	[1,00] ³⁾	[1,00]
	spremenljivi vplivi			
	• neugodni	γ_Q	[1,50]	[1,00]
	nezgodni vplivi	γ_A		[1,00]
primer C ⁵⁾ odpoved temeljnih tal	stalni vplivi			
	• neugodni	$\gamma_{Gzg}^{4)}$	[1,00]	[1,00]
	• ugodni	$\gamma_{Gsp}^{4)}$	[1,00]	[1,00]
	spremenljivi vplivi			
	• neugodni	γ_Q	[1,30]	[1,00]
	nezgodni vplivi	γ_A		[1,00]

P: stalno stanje T: začasno stanje A: nezgodno stanje

- 1) V projektu moramo preveriti vsak primer A, B in C posebej, če je to odločilno.
- 2) Pri tem preverjanju je karakteristična vrednost neugodnega dela stalnega vpliva množena s faktorjem [1,10], ugodnega dela pa s faktorjem [0,90]. Bolj podrobna pravila so dana v EC 3 in EC 4.
- 3) Pri tem preverjanju je karakteristična vrednost vseh stalnih vplivov istega izvora množena s faktorjem [1,35], če je celotni učinek vpliva neugoden, in s faktorjem [1,00], če je celotni učinek vpliva ugoden.
- 4) V primerih, pri katerih je mejno stanje nosilnosti občutljivo na spremembe stalnih vplivov, je treba upoštevati zgornje in spodnje karakteristične vrednosti teh vplivov.
- 5) Za primere C in D so lahko lastnosti tal različne (glej EC 7 del 1-1).
- 6) Namesto uporabe $\gamma_G = 1,35$ in $\gamma_Q = 1,50$ za vodoravne zemeljske pritiske, lahko upoštevamo projektne lastnosti tal v skladu z EC 7 in modelni faktor γ_{sd} .

vpliv	ψ_0	ψ_1	ψ_2
koristna obtežba v stavbah ¹⁾			
kategorija A: stanovanjske stavbe	[0,7]	[0,5]	[0,3]
kategorija B: uradi	[0,7]	[0,5]	[0,3]
kategorija C: kinodvorane, gledališča	[0,7]	[0,7]	[0,6]
kategorija D: trgovine	[0,7]	[0,7]	[0,6]
kategorija E: skladišča	[1,0]	[0,9]	[0,8]
prometna obtežba v stavbah			
kategorija F: vozilo teže ≤ 30 kN	[0,7]	[0,7]	[0,6]
kategorija G: 30 kN < teža vozila ≤ 160 kN	[0,7]	[0,5]	[0,3]
kategorija H: strehe	[0]	[0]	[0]
obtežba snega na stavbah	[0,6] ²⁾	[0,2] ²⁾	[0] ²⁾
obtežba vetra na stavbah	[0,6] ²⁾	[0,5] ²⁾	[0] ²⁾
spremembe temperature (ne pri požaru) v stavbah ³⁾	[0,6] ²⁾	[0,5] ²⁾	[0] ²⁾
1) Za kombinacijo koristne obtežbe v večnadstropnih stavbah glej EC1 del 2-1.			
2) Možna je prilagoditev za različna zemljepisna področja.			
3) Glej EC1 del 2-5			

Preglednica 3: Kombinacijski faktorji ψ za stavbe

kombinacija	stalni vplivi G_d	samostojen iv vpliv Q_d	
		prevladujoči	drugi
karakteristična (redka)	$G_k (P_k)$	Q_{k1}	$\psi_{0i} Q_{ki}$
pogosta	$G_k (P_k)$	$\psi_{11} Q_{k1}$	$\psi_{2i} Q_{ki}$
navidezno stalna	$G_k (P_k)$	$\psi_{21} Q_{k1}$	$\psi_{2i} Q_{ki}$
Opomba: Za mejna stanja uporabnosti so vrednosti delnih faktorjev γ_G in γ_Q enake 1,0, razen če ni kje določeno drugače.			

Preglednica 4: Projektne vrednosti vplivov v kombinacijah za preverjanje mejnega stanja uporabnosti

- c) kvazistalna projektna stanja
- Pri stavbah lahko preverjanje za karakteristične in pogoste kombinacije poenostavimo:
- $$\sum_{j \geq 1} G_{kj} \text{ " + " } P_k \text{ " + " } \sum_{i > 1} \psi_{2i} Q_{ki} \quad (18)$$
- Kombinacijski faktorji so enaki kot pri mejnih stanjih nosilnosti.
- a) projektno stanje z enim samim spremenljivim vplivom
- $$\sum_{j \geq 1} G_{kj} \text{ " + " } [0,9] \sum_{i > 1} Q_{ki} \quad (20)$$
- b) projektno stanje z dvema ali več spremenljivimi vplivi
- $$\sum_{j \geq 1} G_{kj} \text{ " + " } Q_{kj} \quad (19)$$

V tem primeru moramo učinke vplivov preveriti tudi po enačbi pod a)

EC 1 ima štiri dodatke, ki so vsi informativni. Vsebina dodatkov obsega:

- A Projektiranje z delnimi faktorji
- B Utrujanje
- C Mejno stanje uporabnosti pri konstrukcijah, občutljivih na nihanja
- D Na preskušanje oprto projektiranje

V vseh dodatkih so navedene glavne teoretične podlage postopkom, ki so predpisani v EC 1. Poznavanje teh podlag omogoča uporabniku razumevanje pravil za uporabo ter njihovo prilagajanje v primerih, kjer neposredna uporaba EC 1 ni mogoča.

Del 2: Vplivi na konstrukcije

Ta del EC 1 je sestavljen iz sedmih poddelov, ki se nanašajo na gostote, lastno težo in koristne obtežbe, požarne vplive, obtežbe snega, vplive vetra, toplotne vplive, obtežbe in vsiljene premike pri gradnji ter na neugodne vplive.

Del 2-1: Gostote, lastna teža in koristne obtežbe

[SIST ENV 1991-2-1, 1998]

- Klasifikacija vplivov
- Navodilo za upoštevanje vplivov v projektnih stanjih
- Gostote gradbenih in drugih materialov
- Lastna teža gradbenih elementov
- Koristna obtežba v stavbah

Standard ne vsebuje nobene vrednosti, ki bi jo bilo mogoče prilagajati

Del 2-2: Požarni vplivi na konstrukcije

[ENV 1991-2-2, 1995]

- Proces projektiranja in klasifikacija vplivov
- Požarna projektna stanja
- Vplivi za temperaturno analizo
- Vplivi za mehansko analizo

Dodatki

- A Parametrična izpostavljenost požaru

(inf.)

B Parametrična sovisnost temperature in časa (inf.)

C Temperaturna analiza zunanjih elementov - enostavna računsko metoda (inf.)

D Gostota požarnega vpliva (inf.)

E Ekvivalentni čas izpostavljenosti požaru (inf.)

F Dodatek EC 1 za analizo pri požaru (norm.)

Standard vsebuje le nekaj vrednosti, ki bi jih bilo mogoče prilagajati.

Del 2-3: Obtežba snega

[SIST ENV 1991-2-3, 1998]

- Klasifikacija vplivov
- Projektna stanja
- Predstavitev vplivov
- Razporeditev obtežbe
- Obtežba s snegom na tleh - karakteristične vrednosti
- Oblikovni koeficienti za obtežbo s snegom

Dodatki

A Karakteristične vrednosti obtežbe s snegom na tleh (inf.)

B Oblikovni koeficienti za obtežbo s snegom v posebnih podnebnih razmerah (norm.)

C Določitev povratne periode za obtežbo s snegom na tleh (inf.)

D Specifična teža snega (inf.)

Standard vsebuje karte obtežb s snegom v Sloveniji.

Drugih vrednosti, ki bi jih bilo mogoče prilagajati, v standardu ni.

Del 2-4: Vplivi vetra

[SIST ENV 1991-2-4, 1998]

- Klasifikacija vplivov
- Projektna stanja
- Predstavitev vplivov
- Vetrni tlak
- Vetrne sile
- Referenčni veter
- Vetrni parametri
- Izbira postopka
- Aerodinamični koeficienti

Dodatki

A Meteorološke informacije in nacionalne vetrne karte (inf.)

B Podrobni postopek za račun in-line odziva (inf.)

C Pravila za vrtničasto vzburjanje in druge aeroelastične učinke (inf.)

Standard vsebuje karte hitrosti vetra v Sloveniji.

Standard vsebuje eno vrednost, ki bi jo bilo mogoče prilagajati.

Del 2-5: Toplotni vplivi

[ENV 1991-2-5, 1997]

- Klasifikacija vplivov
- Določitev vplivov
- Temperaturne spremembe v mostovih
- Temperaturne spremembe v stavbah
- Temperaturne razlike v industrijskih dimnikih, cevovodih itd.

Dodatki

A Izoterme nacionalnih najnižjih in najvišjih temperatur zraka v senci (norm.)

B Karakteristične vrednosti poteka temperature v prečnih prerezi (norm.)

C Postopek za določitev temperaturnih učinkov v prekladnih konstrukcijah mostov (inf.)

Standard vsebuje dve karti izoterm, ki ju je treba v Sloveniji še izdelati.

Standard vsebuje več vrednosti, ki bi jih bilo mogoče prilagajati.

Del 2-6: Vplivi med gradnjo

[ENV 1991-2-6, 1997]

- Klasifikacija vplivov
- Projektna stanja
- Predstavitev vplivov

Dodatki

A Posebne koristne obtežbe in vsiljeni premiki med gradnjo stavb

B Posebne koristne obtežbe in vsiljeni premiki med gradnjo mostov

Standard vsebuje več vrednosti, ki bi jih bilo mogoče prilagajati.

Del 2-7: Nezagodni vplivi

[ENV 1991-2-7, 1998]

- Klasifikacija vplivov
- Projektna stanja
- Trčenja
- Eksplozije

Dodatka

- A Analiza rizika (inf.)
- B Natančna dinamična analiza (inf.)

Standard ne vsebuje nobene vrednosti, ki bi jo bilo mogoče prilagajati.

Del 3: Prometna obtežba mostov

[SIST ENV 1991-3, 1999]

- Klasifikacija vplivov
- Projektna stanja
- Vplivi cestnega prometa in drugi vplivi, značilni za ceste
- Vplivi pešcev, koles in drugi vplivi, značilni za mostove za pešce
- Vplivi tirnih vozil in drugi vplivi, značilni za železniške mostove

Dodatki, ki so vsi, razen zadnjega, normativni.

- A. Modeli posebnih vozil za cestne mostove
- B. Metoda določanja poteka utrujanja, temelječa na posnetku prometa
- C. Dodatna določila k ENV 1991-1 za cestne mostove
- D. Dodatna določila k ENV 1991-1 za mostove za pešce
- E. Dinamični faktorji $1+\varphi$ za dejanske vlake
- F. Osnove za določanje utrujenosti za železniške mostove
- G. Dodatna določila k 1991-1 za železniške mostove in kriteriji uporabnosti
- H. Dinamična analiza pri riziku resonance ali velikih premikov železniških mostov
- I. Modeli tirnih vozil za začasna stanja

Standard vsebuje precej vrednosti, ki bi jih bilo mogoče prilagajati.

Del 4: Vplivi v silosih in rezervoarjih

[ENV 1991-4, 1995]

- Klasifikacija vplivov
- Projektna stanja
- Obtežbe na silose z zrnatim materialom
- Obtežbe v rezervoarjih s tekočinami
- Lastnosti materialov

Dodatki (inf.)

- A. Dodatna določila k EC 1
- B. Preskuševalne metode za zrnate materiale
- C. Vpliv potresa

Del 5: Vplivi žerjavov in strojev

[ENV 1991-5, 1998]

- Vplivi žerjavov na žerjavnih progah
- Vplivi strojev
- Vplivi transportnih vozil

Vsako od poglavij vsebuje podpoglavja:

- Klasifikacija vplivov
- Projektna stanja
- Predstavitev vplivov
- Razpored obtežbe
- Karakteristične vrednosti

Dodatki

- A. Dodatna določila k EC 1 za žerjavne proge
- B. Dodatna določila k EC 1 za obtežbo strojev
- C. Dodatna določila k EC 1 za obtežbo transportnih vozil
- D. Zahteve glede servisiranja strojev
- E. Vpliv na okolje
- F. Enostavne kontrole in kriteriji

Standard vsebuje nekaj vrednosti, ki bi jih bilo mogoče prilagajati.

NADALJNI RAZVOJ EC 1

Predviden nadaljnji razvoj posameznih delov EC 1 je razviden iz preglednice 5.

Iz preglednice je razvidno, da se bo 1. del sedanjega EC 1 preimenoval v poseben EN 1990. Drugi deli bodo ostali deli EN 1991, pri čemer bodo spremenjene njihove oznake. Pri tem sedanji vrstni red ne bo v celoti ohranjen.

Če bo delo tehničnih odborov pri CEN potekalo po načrtu, bodo zadnji standardi s tega področja izdani konec leta 2003.

RAZLIKE MED OBSTOJEČIMI PREDPISI IN EC 1

EC uporabljajo kar nekaj novih izrazov, ki delno nadomeščajo doslej uveljavljene. V EC 1 je namesto doslej uporabljenega izraza *obtežba* uporabljen splošen izraz *vpliv*, ki vključuje poleg mehanske obtežbe tudi vplive, kot so npr. spremembe temperature, premiki podpor ipd. Za enotno uporabo posameznih izrazov je bil izdan poseben standard [SIST ISO 8930, 1987], ki vsebuje vse pomembne izraze in njihove definicije s tega področja v slovenščini, angleščini, francoščini in nemščini. Uporaba tega standarda je nujna za razumevanje vseh EC.

V EC 1 so glede na sedanje predpise najpomembnejše razlike v vrednosti delnih faktorjev, popolna novost pa so kombinacijski faktorji, ki so v sedanjih predpisih upoštevani kar v delnih faktorjih za različne kombinacije obtežbe. Ker pa so tudi vrednosti vplivov različne od sedanjih, je razlike mogoče ugotavljati le na posameznih primerih. Več razlik je tudi glede razvrstitve posameznih vplivov glede na njihov značaj. Ko primerjamo prej omenjene vrednosti, lahko v splošnem ugotovimo, da so nove vrednosti bližje realnim razmeram.

Skupaj z informativnimi in normativnimi dodatki novi predpisi omogočajo tudi določitev vplivov za primere, ki so sicer izvzeti iz sicer obširnih preglednic s konkretnimi podatki.

Bistvena razlika med sedanjimi predpisi in EC pa je tudi ta, da EC 1 obravnavajo vse znane pomembne vplive na konstrukcije in da so vsi vplivi obravnavani po enotni metodologiji.

SKLEP

EC uvajajo na področju gradbenih konstrukcij stavb in inženirskih objektov številne novosti, ki so utemeljene z najnovejšimi dognanji številnih vej znanosti in stroke. Pri tem je predpostavljeno, da se inženirji stalno usposablajo in sproti pridobivajo nova znanja. Le tako lahko razumejo in smiselno uporabljajo nove predpise, kakršni so EC.

Vsi deli EC 1 bodo v bližnji prihodnosti postopno postali standardi. V obliki predstandardov jih je večino mogoče uporabljati že sedaj. Poskusna uporaba bo pripomogla k sprotneemu razreševanju morebitnih problemov, kar bi bilo mogoče upoštevati s prehodnimi določbami ob uzakonitvi EC kot obveznega predpisa v Sloveniji. Idealno bi bilo, če bi bili v Sloveniji sposobni EC 1 sprejemati istočasno z drugimi državami

EU. Predvsem pa je sprejemanje EC 1 tudi pogoj za smiselno uporabo ostalih delov EC 2 - EC 9.

Če bo Slovenija pri sprejemanju in predpisovanju obvezne uporabe standardov s področja EC 1 sledila dogajanju v Evropi, lahko računamo, da bodo pri nas ti standardi postali obvezni v letu 2004.

Oznaka ENV, ki je podlaga za izdajo posameznega dela EC 1	Oznaka in naslov posameznega dela EC 1 ob izdaji EN	Predvideni datum prvega osnutka posameznega EN	Predvideni datum izdaje posameznega EN
ENV 1991-1-1:1994*	EN 1990 Osnove projektiranja	julij 1999	november 2000
ENV 1991-2-1:1995*	EN 1991-1-1 Gostote, lastna teža in koristne obtežbe	julij 1999	november 2000
ENV 1991-2-2:1995	EN 1991-1-2 Vplivi na konstrukcije ob požaru	junij 2000	december 2001
ENV 1991-2-3:1995*	EN 1991-1-3 Obtežbe snega	junij 2000	december 2001
ENV 1991-2-4:1995*	EN 1991-1-4 Vplivi vetra	oktober 1999	maj 2001
ENV 1991-2-5:1997	EN 1991-1-5 Toplotni vplivi	junij 2001	december 2002
ENV 1991-2-6:1997	EN 1991-1-6 Vplivi med gradnjo	junij 2001	december 2002
ENV 1991-2-7:1998	EN 1991-1-7 Nezgodni vplivi	april 2002	junij 2003
ENV 1991-3:1995*	EN 1991-2 Prometna obtežba mostov	julij 2000	februar 2002
ENV 1991-4:1995	EN 1991-4 Vplivi v silosih in rezervoarjih	junij 2001	december 2002
ENV 1991-5:1998	EN 1991-3 Vplivi žerjavov in strojev	september 2002	november 2003

Opomba: Z znakom * označeni ENV so bili sprejeti kot slovenski predstandardi.

LITERATURA

- ENV 1991-2-2:1995 Eurocode 1 - Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije - Del 2-2: Vplivi na konstrukcije - Vpliv požara.
- ENV 1991-2-5: 1997 Eurocode 1 - Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije - Del 2-5: Vplivi na konstrukcije - Vpliv spremembe temperature.
- ENV 1991-2-6: 1997 Eurocode 1 - Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije - Del 2-6: Vplivi na konstrukcije - Obtežbe in vsiljeni premiki pri gradnji.
- ENV 1991-2-7: 1998 Eurocode 1 - Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije - Del 2-7: Vplivi na konstrukcije - Nezagodni vplivi.
- ENV 1991-4: 1995 Eurocode 1 - Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije - Del 4: Vplivi na konstrukcije - Vplivi v silosih in rezervoarjih.
- ENV 1991-5: 1998 Eurocode 1 - Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije - Del 5: Vplivi na konstrukcije - Vplivi žerjavov in strojev.
- Gulvanessian H. and Holicky M., Designer's Handbook to Eurocode 1, Part 1: Basis of Design, Thomas Telford, London, 1996.
- ISO 3898:1987 Bases for design of structures - Notations - General symbols
- Schneider J., Introduction to Safety and Reliability of Structures, Structural Engineering Documents 5, IABSE, 1997.
- SIST ENV 1991-1:1998 Eurocode 1 - Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije - Del 1: Osnove projektiranja.
- SIST ENV 1991-2-1:1998 Eurocode 1 - Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije - Del 2-1: Vplivi na konstrukcije - Gostote, lastna teža in koristne obtežbe.
- SIST ENV 1991-2-3:1998 Eurocode 1 - Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije - Del 2-3: Vplivi na konstrukcije - Obtežba snega.
- SIST ENV 1991-2-4:1998 Eurocode 1 - Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije - Del 2-4: Vplivi na konstrukcije - Vplivi vetra.
- SIST ENV 1991-3: 1999 Eurocode 1 - Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije - Del 3: Vplivi na konstrukcije - Obtežba mostov.
- SIST ISO 8930:1999 Splošna načela zanesljivosti konstrukcij - Seznam enakovrednih izrazov (enakovreden ISO 8930:1987).

NAROČILNICA ZA "GRADBENI VESTNIK"

Do preklica naročam(o) izvod(ov) revije GRADBENI VESTNIK in se obvezujem(o), da bom(o) naročnino poravnal(i) v zakonitem roku po prejemu računa ali položnice.

Naročnik: _____

Ime in priimek:

Podjetje, ustanova:

Naselje, ulica, hišna št.

Poštna številka

Ime pošte

Davčna številka naročnika:

Status (velja samo za individualne naročnike), obkroži:

- zaposlen

-upokojenec

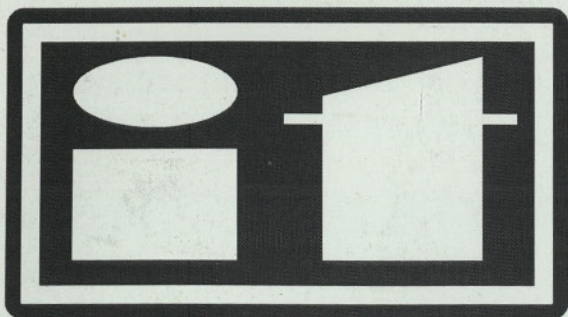
- študent

.....
Kraj in datum

.....
Podpis

Naročilnico izrežite in pošljite v kuverti na naslov:

**GRADBENI VESTNIK,
Karlovska 3
1000 Ljubljana**



PRIPRAVLJALNI SEMINARJI TER IZPITNI ROKI ZA STROKOVNE IZPITE V GRADBENIŠTVU, ARHITEKTURI IN KRAJINSKI ARHITEKTURI V LETU 2000

MESEC	SEMINAR	IZPITI		
		GRADBENIKI	ARHITEKTI	KRAJINARJI
September	18. - 22.			
Oktober	23. - 27.	pisni: 21.10.	pisni: 21.10.	pisni: 21.10.
November	20. - 24.	ustni: 6. - 9.11. pisni: 18.11.	ustni: 6. - 9.11.	ustni: 6. - 9.11.
December	18. - 22.	ustni: 4. - 7.12.		

A. PRIPRAVLJALNE SEMINARJE organizira **Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS)**, Karlovška 3, 1000 Ljubljana (telefon/fax: 01 / 422-46-22). Arhitekti in krajinarji so vabljeni na predavanja iz splošnega dela izpitnega programa (prvi trije dnevi) in plačajo 33.000,00 SIT. Cena 5-dnevnega seminarja za gradbenike znaša 65.000,00 SIT. V ceno je všteti DDV.

Seminar ni obvezen! Izvedba seminarja je odvisna od števila prijav (najmanj 20 kandidatov). Udeležca prijavi k seminarju plačnik. 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!