

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA,
MARIBOR

DIPLOMSKO DELO

POSTOPEK NARIVANJA VIADUKTA POLANCE
NA HITRI CESTI RAZDRTO-VIPAVA
S POMOČJO NESKONČNEGA NOSILNEGA
VIJAKA

Študent: Marko Leskošek

Številka indeksa: 11190122794

Študijski program: Gradbeništvo

Vrsta študija: Izredni

Predmet: Nizke gradnje

Mentor: Bojan Dapčević, univ.dipl. inž. gradb.

Maribor, december 2011

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Marko Leskošek, z vpisno številko 11190122794, sem avtor diplomskega dela z naslovom **Postopek narivanja viadukta Polance na hitri cesti Razdrto-Vipava s pomočjo neskončnega nosilnega vijaka**,

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predložena diplomska naloga izključno rezultat mojega dela;
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v svoji predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia;
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli kot moje lastne – kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah; UL. št. 16/2007; (v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže ukrepom VSŠ Academia skladno z njenimi pravili;
- skladno z 32. členom ZASP dovoljujem VSŠ Academia objavo diplomske naloge na spletnem portalu šole.

Maribor,

Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvaljujem se Višji strokovni šoli Academia, ki mi je omogočila študij, mentorju g. Bojanu Dapčeviču, ravnateljici ge. Mirjani Ivanuši-Bezjak za pomoč in usmerjanje med študijem, staršem, ki so mi študij omogočili, še posebej pa bi se zahvalil podjetju Gradis biro za projektiranje d.o.o., ki mi je omogočilo vso gradivo za diplomsko nalogo.

POVZETEK

Gradnja hitre ceste Razdrto – Podnanos čez Rebrnice, v konstrukcijskem in geološkem smislu je ena najzahtevnejših tras v Sloveniji. Na celotnem poteku trase je kar osem viaduktov, dva pokrita vkopa in dva predora, med temi pa cela vrsta opornih zidov in drugih podpornih ukrepov.

V diplomski nalogi je predstavljen eden izmed objektov - viadukt Polance, kjer je zaradi danih razmer (vzdolžni padec nivelete 5 %, nujnost postavitve narivne postaje na spodnjo stran viadukta) podjetje Primorje kot prvo preizkusilo tehnologijo postopnega narivanja prekladne konstrukcije v smeri vzpona ob tako ekstremnih pogojih. Le-to so izvedli s pomočjo hidravličnih cilindrov in neskončnega vijaka. Zahvaljujoč premišljenim detajlom je narivanje potekalo brez presenečenj, hkrati pa tudi zelo hitro.

Ključne besede: Viadukt Polance, tehnologija narivanja, terminski in stroškovni plan.

ABSTRACT

Procedure of incremental launching with infinite screw on Polance viaduct

Construction of expressway Razdrto - Podnanos over Rebrnice is in constructional and geological context one of the most demanding routes (lines) in Slovenia. On the entire road design are eight viaducts, two cut and covers and two tunnels, and between them a series of retaining walls and other support measures.

The thesis represents one of the structures - Polance viaduct, where has company Primorje, due to given conditions (5 % longitudinal fall of level, the necessity of building overlapping station underneath the viaduct), as first proven technology of incremental launching of construction in the direction of ascent under such extreme conditions. They achieved this with help of hydraulic cylinders and infinite screw. Thanks to deliberate details was launching carried without any surprises, but also very fast.

Key words: Polance viaduct, tehnology of incremental launching, time and cost schedule.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	8
1.1	Naslov diplomskega dela	8
1.2	Opredelitev teme	8
1.3	Namen in cilj	8
1.4	Predpostavke in omejitve	9
1.5	Predvidene metode raziskovanja	9
2	SPLOŠNO O VIADUKTU POLANCE	10
2.1	Podatki o objektu	10
2.2	Tehnični elementi objekta	11
2.2.1	Karakteristični prečni prerez objekta	11
2.2.2	Predpisi in obtežba	12
2.2.3	Povzetek pogojev temeljenja	13
2.3	Konstrukcija objekta	14
2.3.1	Spodnja konstrukcija	14
2.3.2	Zgornja konstrukcija	16
2.3.3	Prehodne plošče	17
2.3.4	Oprema objekta	17
2.4	Seznam materiala	23
2.4.1	Zahtevana kvaliteta materialov za viadukt	23
2.4.2	Opaži	24
2.5	Pogoji za izvedbo objekta	24
2.5.1	Temeljenje	24
2.5.2	Opaži	25
2.5.3	Beton	25
2.5.4	Armatura	29
3	TEHNOLOGIJA GRADNJE VIADUKTA	30
3.1	Spodnja konstrukcija viadukta	30
3.2	Tehnologija gradnje glavne nosilne konstrukcije	30
3.3	Dilatacije in prehodne plošče	34
3.4	Krila, brežine in obdelava pod objektom	34
3.5	Izolacija in odvodnjavanje	35

3.6	Vozišče, hodniki, venci, ograja in instalacije	35
3.7	Kontrola konstrukcije med gradnjo	36
4	KONTROLA KONSTRUKCIJE	37
5	TERMINSKI PLAN.....	38
6	STROŠKOVNI PLAN	40
7	ZAKLJUČEK.....	45
8	LITERATURA IN VIRI	48
8.1	Literatura.....	48
8.2	Viri	48

KAZALO SLIK

Slika 1:	Viadukt Polance	10
Slika 2:	Prečni prerez viadukta.....	11
Slika 3:	Teren pred začetkom gradnje	13
Slika 4:	Notranjost vodnjaka	15
Slika 5:	Vmesni podpori.....	16
Slika 6:	Prerez konstrukcije z vidnim votlim škatlastim prerezom	17
Slika 7:	BVO ograja	21
Slika 8:	Prerezana matica Dywidag z objemko	32
Slika 9:	Terminski plan	38

KAZALO TABEL

Tabela 1:	Kategorije tal po seizmični mikrorajonizaciji	12
Tabela 2:	Podpore in ležišča.....	18
Tabela 3:	Zahtevana kvaliteta materiala	24

1 UVOD

1.1 Naslov diplomskega dela

Postopek narivanja viadukta Polance na hitri cesti Razdrto-Vipava s pomočjo neskončnega nosilnega vijaka

1.2 Opredelitev teme

V diplomskem delu se bomo osredotočili na armiranobetonske prednapete konstrukcije, natančneje na viadukt Polance na hitri cesti Razdrto-Vipava, ki je bil izveden na poseben način narivanja z neskončnim vijakom.

Uvodni del je sestavljen iz opredelitve teme, namena in ciljev, predpostavk in omejitev ter metod raziskovanja diplomske naloge.

V drugem poglavju so natančneje opisani konstrukcijski elementi viadukta Polance.

V tretjem poglavju je opisana tehnologija gradnje ter natančneje opisan postopek narivanja s pomočjo neskončnega nosilnega vijaka.

V četrtem poglavju je opisana kontrola konstrukcije po gradnji.

V petem poglavju se nahaja terminski plan.

V šestem poglavju je stroškovni plan.

V sedmem poglavju je napisan zaključek diplomske naloge.

V zadnjem poglavju se nahajajo literatura in viri diplomske naloge.

1.3 Namen in cilj

Namen diplomskega dela:

Viadukti in mostovi morajo izpolnjevati tri bistvene pogoje: koristnost, dolgotrajnost in estetiko v prostoru. Gradijo se na mestih, kjer se pokažejo dejanske potrebe, da neka prometnica premosti naravno ali umetno oviro. Skladnost oblike in estetika viaduktov in mostov izhajata iz funkcije, trajnosti in obveze, da se z novim elementom v prostoru ne ogroža naravnega ali urbanega okolja.

Cilj diplomskega dela je:

- Predstaviti viadukt Polance
- Predstaviti postopek narivanja mostnih konstrukcij z velikim vzdolžnim naklonom s pomočjo neskončnega nosilnega vijaka

1.4 Predpostavke in omejitve

Tehnološki postopek narivanja mostnih konstrukcij je eden najbolj razširjenih načinov gradnje mostov in viaduktov. Pri konstrukcijah z večjim naklonom nivelete se pojavljajo velike vzdolžne sile, ki močno vplivajo na izbiro narivne tehnologije in varovanja prekladne konstrukcije med narivanjem zaradi možnosti zdrsa, tako med samim narivanjem kot v fazi mirovanja.

1.5 Predvidene metode raziskovanja

Za izdelavo diplomskega dela bomo uporabili znanje in izkušnje, pridobljene pri podjetju Gradis biro za projektiranje d.o.o. ter literaturo iz arhiva podjetja. V pomoč nam bodo tudi revije in knjižnice ter gradivo na internetu.

2 SPLOŠNO O VIADUKTU POLANCE

2.1 Podatki o objektu



Slika 1: Viadukt Polance

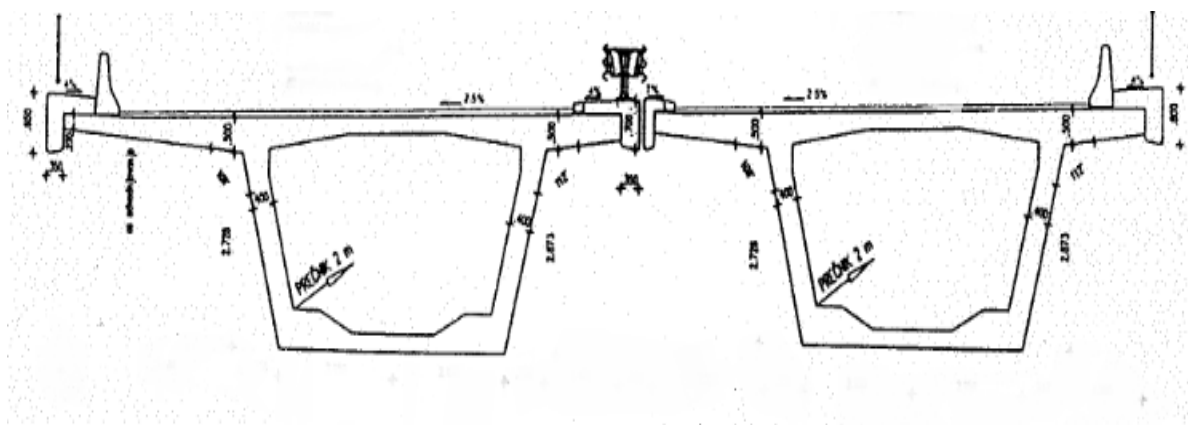
Vir: Lasten

Odsek hitre ceste Razdrto–Vipava se začne na meji med občinami Postojna, Vipava in Divača. Trasa poteka po pobočju Rebrnic tako, da maksimalno ohranja obstoječa vodna zajetja ter se istočasno izogiba geološko nevarnim področjem, kjer je pričakovati zemeljske plazove. Take predele prečka v pokritem ukopu ali z viaduktom. Na odseku do 6.1 km so načrtovani štirje ukopi in štirje viadukti. Na pobočju Rebrnic je bilo potrebno prestaviti oziroma zgraditi več gozdnih poti, katere prečkajo traso hitre ceste v nadvozu ali podvozu. Po prečkanju ceste na Nanos se trasa usmeri proti severu ter prečka arheološko najdišče Hrašče. V izogib posegu v arheološko območje je trasa od 5.720 do 8.200 km razcepljena ter prečka pobočje Barnice v dveh predorskih cevah in pobočje Tabor v nadaljnjih dveh predorskih cevah. Pred prehodom v tunele in med tunelskima cevema sta bila izvedena viadukta. Po izhodu iz tunelskih cevi se trasa spušča v ravninski predel Mlak. Pred spustom v ravnino je bil izveden še en viadukt dolžine 165 m. Na področju Mlak, kjer se nahaja vojaško vežbališče se je trasa usmerila proti severu. Ta premik je omogočil izgradnjo strelišča in inženirskega poligona južno od trase. Predvideno strelišče se je potegnilo v smeri jug - sever preko hitre ceste, vsled tega poteka trasa od 9.150 km v 380 m dolgem pokritem ukopu. Trasa se je v 9.620 km iz leve krivine z R4000 usmerila severno od tankovskih garaž. V 10.630 km prečka

potok Gacko, katerega je bilo potrebno regulirati v dolžini 250 m. Hitra cesta v 12.170 km prečka obstoječo glavno cesto GI - 12. Niveleta hitre ceste je na tem prečkanju 2,4 m nad koto terena. Na tem delu je na glavni cesti GI - 12 bilo potrebno priključiti tudi krajevno cesto za naselje Slap, kar se izvede v sklopu priključka Vipava. Od prečkanja hitre ceste z glavno cesto GI - 12 poteka trasa hitre ceste južno od glavne ceste GI - 12, kmetijsko farmo Vipava obide po severni strani, Vipavo in Zemono pa južno od glavne ceste GI - 12. Na tem odseku je bilo potrebno izvesti več prečnih povezav, tako do bližnjih zaselkov, kakor tudi za dostop na obdelovalne površine. Večji objekt na tem odseku je še most preko sotočja Vipave, Bele, Gacke in Močilnika. Od Vipave dalje poteka trasa po ravnini Ajdovskega polja ter se v 15.700 km na občinski meji, med občinama Vipava in Ajdovščina oziroma ob potoku Šumljak, združi s traso hitre ceste na odseku Vipava – Selo (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

2.2 Tehnični elementi objekta

2.2.1 Karakteristični prečni prerez objekta



Slika 2: Prečni prerez viadukta

Vir: Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008

2.2.2 Predpisi in obtežba

Objekt je dimenzioniran v skladu z (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008):

DIN 1045 (1-4, 7/2001) – beton, armiran beton, prednapeti beton

DIN – Fachbericht 100 – beton

DIN – Fachbericht 101 – obtežbe, mostovi

DIN – Fachbericht 102 – betonski mostovi

DIN 488 – armaturno jeklo

Potresna obremenitev je analizirana skladno s SIST ENV 1998-1 (2000) in SIST ENV 1998-2 za potres, ki upošteva povratno dobo potresov 500 let. Obravnavano območje se uvršča v 7 stopnjo seizmične intenzitete po EMS lestvici (European Macroseismic Scale). V takem območju lahko pričakujemo seizmične pospeške do 0,175 g. Za prostorsko in urbanistično načrtovanje in za potresno varno projektiranje se je uporabljala karta projektnega pospeška a_g (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008). Po seizmični mikrorajonizaciji se tla na območju projektirane trase uvrščajo v naslednje kategorije:

Kategorija tal	Opis in sestava tal
II srednje dobra tla	<i>Laporji s plastmi peščenjaka in kalkarenita.</i> Tla so gosta, trda do polgosta, srednje trda (hribine, polhribine). Na površini so preperela in razpokana. Teren je nestabilen in delno plazovit.
III slaba tla	<i>Deluvialna preperina</i> (glina z gruščem in meljni grušč), aluvialni nanosi (glina s peskom in prodom). Mehka tla, majhne gostote, glina je težkognetna do poltrda, grušč pretežno zameljen, v srednje gostem stanju, labilna pobočja, občasni vodotoki, ponekod zamočvirjen teren. Debelina preperine do 6m.

Tabela 1: Kategorije tal po seizmični mikrorajonizaciji

Vir: Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008

2.2.3 Povzetek pogojev temeljenja

Viadukt Polance se je gradil v samem začetku trase HC, kjer so se izvajale preiskave v tej fazi in sicer v odseku ca. 5,888 – 6,270 km. Dolžina objekta je 385 m, zgradita se dve ločeni konstrukciji. Levi viadukt je nekoliko daljši (za 40 m). V območju prehoda trase iz vkopa na viadukt je oblikovan zelo strm teren, ki lokalno preseže naklon 35. Oblikovane so tudi nekaj metrov visoke skalne stene iz apnenčeve breče. S svojim osrednjim delom prečka objekt 150 m široko zajedo, ki je oblikovana vse do 100 m nižje ležečega naselja Podgrič. V tem območju se trasa z levim objektom približa magistralni cesti Razdrto – Podnanos na vsega 20 m. V začetnem delu do ca 6,020 km ter zaključku od ca 6,150 dalje je površina terena nanosa pobočnih gruščev morfološko precej razgibana. V osrednjem delu, kjer se kaže preperela hribina na površini, je morfologija bolj enotna, oblikovano pobočje z naklonom med 20 in 25. Teren je nestabilen, obsežni fosilni plazovi apnenčevih gruščev in skalnih blokov so se že umirili (slika 3) (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

Na lokaciji viadukta površino terena prekrivata dve vrsti zemljine oziroma preperela hribine. V začetnem in končnem delu objekta prekrivajo površino terena nanosi apnenčevih pobočnih gruščev, v osrednjem delu se v dnu zajede kaže preperela flišna hribina. V sestavi gruščnate zemljine se menjavajo plasti zaglinjenega apnenčevega grušča s plastmi čistega peščenega in različno meljastega apnenčevega pobočnega grušča različne velikosti (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).



Slika 3: Teren pred začetkom gradnje

Vir: Lasten

2.3 Konstrukcija objekta

Izbrana zasnova konstrukcije objekta zagotavlja trajnost objekta. Ta je zagotovljena z ustrežno izbiro trajnih gradbenih materialov in vgrajenih proizvodov, z upoštevanjem minimalnih dimenzij elementov nosilne konstrukcije (robustnost), kvalitetno zasnovo detajlov oziroma objekta v celoti, s kvalitetno tehnologijo gradnje, nadzorom izvedbe, dokazovanjem skladnosti s tehničnimi standardi, ki so zahtevani v razpisni dokumentaciji ter z možnostjo enostavnega vzdrževanja objekta. Za gradnjo je bila izbrana tehnologija narivanja konstrukcije. Posebnost teh dveh objektov je, da se je vsak narival po svoji geometriji. To izhaja iz tega, ker trasa ceste poteka za vsak objekt po različnih prehodnicah, ki načeloma onemogočajo izdelavo objekta po izbrani tehnologiji (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

Objekt, ki se je narival najprej, se je narival v krožni krivini z radijem $R=36569,62$ m. Horizontalna odstopanja projektirane trase pa so se izravnila z različno dolgimi konzolami prečnega prereza objekta. V vertikalni smeri se je objekt narival po vertikalnem radiu $R_v=40.000$ m po celotni dolžini objekta. Levi objekt se je izvajal v tlorisnem radiu $R=3436,10$ m. Tudi tu so se morala odstopanja od vodene trase korigirati z različno dolgimi konzolami škatlastega prereza. V vertikalni smeri se je objekt izvajal v radiu $R_v=40.000$ m (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

2.3.1 Spodnja konstrukcija

Spodnjo konstrukcijo sestavljajo po dve krajni podpori v oseh 0-D, 0-L in 8-D ter 9-L ter sedem vmesnih podpor na desnem objektu ter osem vmesnih podpor na levem objektu. Vse podpore so temeljene globoko na vodnjakih premera 6,0 ali 8,0 m, ki segajo v nosilna tla minimalno 2,0m (slika 4) (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

Vodnjaki so bili v zgornjem delu izdelani z AB obročem, ki je bil izveden v obliki brizganega betona. Brizgan beton je minimalne debeline 20 cm. Spodnji del vodnjaka pa je bil zabetoniran intaktno (slika 4). Na vrhu vodnjakov je bila izvedena skrita AB blazina, vmes proti dnu pa se je vodnjak zapolnil s konstrukcijskim betonom, ki je bil armiran samo po

obodu. Pri gradnji je bilo potrebno posebno pozornost posvetiti zaporedju izdelave vodnjakov. Namreč nikoli ne sme priti na sosednjem vodnjaku do spodkopavanja. Vse faze izdelave so morale biti med seboj varovane in nikakor ni smela izdelava enega vodnjaka ogroziti izdelavo sosednjega vodnjaka (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).



Slika 4: Notranjost vodnjaka

Vir: Lasten

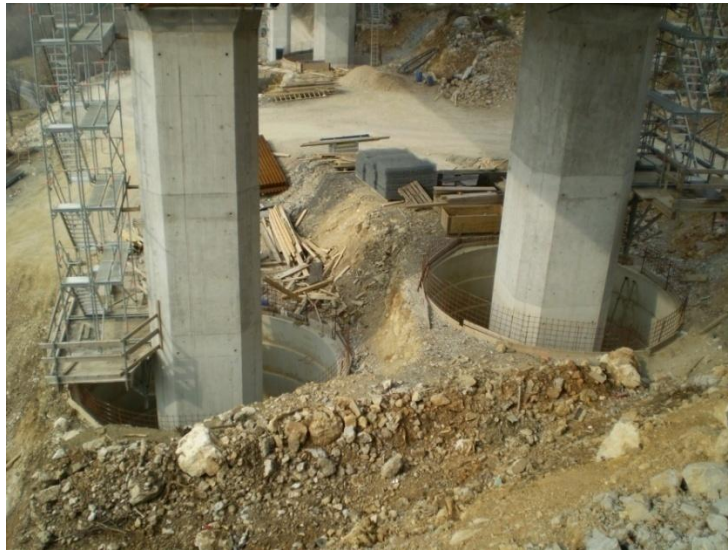
Krajni podpori

Krajni podpori sta bili izdelani po principu belih kadi, kar pomeni uporabo vodonepropustnega betona, ustrezno izvedbo delovnih stikov, nego betona in ustrezno razporeditev in delno povečanje ter pravilno razporeditev armature. Krajni podpori sta izvedeni iz betona C25/30 in armirani z rebrasto armaturo BSt 500 S. Zaščitni sloj je 5 cm (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

Vmesne podpore

Vmesno podporo sestavlja gibki deformabilni plašč vodnjaka, temelj vmesne podpore, steber s kapo ter okroglo konzolno armirano betonsko ploščo, ki je vpeta v steber in prekriva prostor med plaščem vodnjaka in stebrom ter je za 5,0 cm dilatirana od plašča vodnjaka tako, da je omogočeno gibanje plašča vodnjaka. Stebri so zunanjih mer 3,0 x 3,0 m s povezanimi vogali tako, da je razmik med notranjo stranjo obročev vodnjaka in stebrov 2,0 m. Takšna geometrijska oblika prečnega prereza stebra omogoča premike plašča vodnjaka v katerikoli

smeri za približno 200 cm, kar je zadovoljivo za 120 let, kot je tudi projektirana življenjska doba objekta (slika 5) (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).



Slika 5: Vmesni podori

Vir: Lasten

2.3.2 Zgornja konstrukcija

Nosilna konstrukcija je zasnovana kot kontinuirana, prednapeta betonska konstrukcija, votlega škatlastega prereza s poševnima stojinama z razponi levega objekta 377,33, desnega pa 342,7 m (slika 6). Izvedba nosilne konstrukcije je bila izvedena s tehnologijo narivanja. Niveleta, tlorisni potek, prečni sklon in dolžina objekta so pogojno ustrezale uporabi tehnologije za izgradnjo objekta (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).



Slika 6: Prerez konstrukcije z vidnim votlim škatlastim prerezom

Vir: Lasten

2.3.3 Prehodne plošče

Prehodne plošče so zasnovane v skladu z veljavnimi TSC in tako so tudi izvedene. Dolžina prehodne plošče znaša 3.75 m, debelina plošče je 25 cm. Pod prehodno ploščo je izveden zasip in zbito skladno s TSC 07.109 (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

2.3.4 Oprema objekta

V nadaljevanju bodo podrobneje predstavljene vse komponente opreme objekta (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008):

Ležišča

V fazi izgradnje so se za čas narivanja uporabila t.i. začasna ležišča. Takšno ležišče sestavljajo: AB ležiščna blazina, na katero se namesti jeklena polirana plošča. Po tej plošči v času narivanja drsijo običajno po tri teflonske plošče. Te plošče je potrebno med narivanjem izmenično vstavljati na jekleno ležišče. Za fazo eksploatacije so bila izbrana neoprenska

ležišča. Prenašajo vertikalne in horizontalne obtežbe s prekladne konstrukcije na stebre oziroma krajne opornike. Izbrana so neoprenska ležišča na stebrih in na krajnih podporah.

Krajna podpora 0L, 0D	Teflonsko ležišče TE5, TA5
Krajna podpora 9L, 8D	Teflonsko ležišče TE5, TA5
Vmesna podpora 8L, 1L, 1D	Teflonsko ležišče TE7, TE7, TA7
Vmesna podpora 7L, 7D, 2L, 2D	Teflonsko ležišče TE8, TA8, TE8, TA8
Vmesna podpora 6L, 6D, 3L, 3D	Neoprensko ležišče 700/800X150
Vmesna podpora 5L, 5D, 4L, 4D	Neoprensko ležišče 700x800x110

Tabela 2: Podpore in ležišča

Vir: Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008

Ležišča morajo biti skladna z DIN 4141 ali z novjšimi evropskimi normami EN 1337. Izvajalec mora predložiti ustrezen certifikat o skladnosti proizvoda z normo oz. z dovoljenjem. Detajli vgraditve morajo biti skladni z RIZ-ING.

Dilatacije

Na obeh objektih so izvedene vodonepropustne dilatacije. Na oporniku 0-L in 0-D sta bili izvedeni dilataciji D240, ki omogočata pomik 240 mm-to je 3 lamelna vodotesna dilatacija 3x80mm. Vgrajena je bila dilatacija, katere vzdrževanje in menjava je enostavna in jo je odobril investitor. Pri vgradnji so upoštevali navodila proizvajalca, da je bila dilatacija izvedena pravilno oz. da ne pride do kasnejših zamakanj.

Odvodnjavanje in kanalizacija objekta

Na obeh viaduktih je bil izveden sistem odvodnjavanja z vodenjem cevi izven prepreza, ki so obešene na konzolo prekladne konstrukcije. Odvodnjavanje je izvršeno s pomočjo izlivnikov na rastru 12,5 m ter vzdolžno kanalizacijo premera $\phi 200$ mm do $\phi 300$ mm. Meteorna voda z objektov se preko horizontalne zbirne cevi odvodnjava do zbirnega jaška pri oporniku v osi 8. Jaška sta navezana na sistem odvodnjavanja avtoceste-zadrževalni bazen, ki je med opornikoma 8D in vmesno podporo 8L.

Napeljave na objektu

V hodniku je vodena instalacija za klic v sili v treh ceveh ϕ 125mm za optični kabel TK + klic v sili (3x2 ϕ 60). Napeljava je vodena skladno s TSC 07.113.

Hidroizolacija

Hidroizolacija je sestavni del cementno betonskega objekta. Namenjena je zaščiti cementnega betona in jeklene armature pred škodljivimi kemijskimi in fizikalnimi vplivi vode ali v vodi raztopljenih soli. Hidroizolacije so sestavni del objektov na cestah, zato morajo biti sposobne prevzeti občasno in brez škodljivih posledic tudi večje obremenitve. Za zaščito hidroizolacijskih plasti pred vplivi prometne obremenitve mora biti nad hidroizolacijo z bitumenskimi trakovi vgrajena zaščitna plast, ki je sestavni del hidroizolacije in lahko služi tudi za izravnavo.

Način izvedbe: površina cementnega betona, vgrajena na cesti, mora biti pred pričetkom izvajanja del za hidroizolacijo čista (brez prahu, oljnih madežev), suha in ravna (brez izboklin, robov). Na površini cementnega betona ne sme biti poroznih in segregiranih mest. Kamnita zrna na betonski površini morajo biti dobro vezana. Ves material, ki s površino cementnega betona ni dobro sprijet je treba odstraniti. Vse elemente iz jekla (zaključne in zaščitne profile, sidra, palice za ojačitve, stebričke), ki bodo zaščiteni s hidroizolacijo je treba predhodno z osnovnim premazom ustrezno zaščititi proti koroziji. Pred vgrajevanjem lepljene hidroizolacije mora biti površina betona očiščena z vodnim curkom (z velikim pritiskom) ali z mehničnim kladivom, tako da sta z nje odstranjena cementni gel in cementna malta. To čiščenje je treba praviloma izvršiti najmanj na 28 dni (vendar ne manj kakor 21 dni) starem betonu. S suhe površine cementnega betona je treba odstraniti prah z izpihovanjem s komprimiranim zrakom, po potrebi tudi s predhodnim izpiranjem z vodo. Ustrezno očiščen mora biti tudi hidroizolacijski bitumenski trak, ki gleda izpod hodnika na površino vozišča.

Vsa odstopanja večjih površin betona, večja od 1,5 cm pod projektirano koto je treba praviloma izravnati z ustrezno izravnalno plastjo (bituminizirana zmes), vgrajeno na tesnilno plast.

Če so lokalne neravnine večje jih je treba izravnati pred vgrajevanjem hidroizolacije:

- izbokline (robove in grebene, ki onemogočajo vgraditev minimalno debele zaščitne plasti) z mehničnimi posegi (odrezkanje, drušenje, odbijanje).

- vdolbine (kotanje in vtiske) z ustrezno malto.

Postopek za popravilo lokalnih neravnin mora predhodno odobriti nadzorni organ.

Hodniki in venci

Z izrazom hodnik je mišljen tudi robni venec, saj sta neločljivo povezana, tako v fazi gradnje kot v funkcijskem pogledu.

Hodnik z robnim vencem in ograjo v danem primeru na obeh straneh objekt zaključuje in mu daje končni izgled. Zaradi tega in zaradi izpostavljenosti vremenskim vplivom je potrebno posvetiti posebno pozornost oblikovanju, kvaliteti materialov, izdelavi hodnikov, detajliranju armature, izvedbi dilatacijskih stikov in negi betona hodnikov. Beton mora biti kvalitete C25/30 in stopnje izpostavljenosti XD3, XF4. Prav tako mora biti beton odporen na obrus. Zgornja površina hodnika mora biti metličena. Opaž za vgraditev betona mora biti izdelan tako, da bodo mere hodnika in druge značilnosti ustrezale projektu.

Opaž za robni venec iz spodnje in bočne strani mora biti izdelan iz opaža za vidni beton. Vogali prečnega prereza morajo biti posneti z vložkom iz trikotnih letvic dimenzij po TSC 07. Posebno pozornost je treba posvetiti vgrajevanju cevi v odtok kondenzne vode iz lukenj za cevno ograjo in cevi za odvodnjavanje kontrolnih jaškov za instalacije. Cevi morajo imeti minimalni notranji premer 18 mm.

Delovni stiki se prilagodijo dolžini opaža, vendar pa ne sme biti razmik med njimi manj kot 5 m. Površino betona na območju delovnih stikov je potrebno očistiti z izpiranjem pod visokim pritiskom, tako da se odstrani s površine drobnozrnata mešanica. Delovnim stikom se je načeloma potrebno v največji meri izogibati, še posebno pa dilatacijskim stikom, saj je vsak stik ločilni konstrukcijski člen. Posebno pozornost za zagotovitev uporabnosti-vodotesnosti belih kadi je potrebno posvetiti izvedbi delovnih reg med temeljenjem in steno opornika.

Tako kot v območju stika temelj-plošča, je tudi v stenah opornikov potrebno zagotoviti ustrezno vodotesnost, kar pa dosežemo z ustreznim tesnenjem oz pripravo in obdelavo reg. Da se v največji meri izognemo dilatacijskim stikom je na osnovi naprednih spoznanj vstavljeno

v hodnik več vzdolžne armature, kot je to običajno-cca 1% prečnega betonskega prereza. S takšno armaturo so razpoke omejene na manj kot 0,2 mm.

Betonske varnostne ograje

Teoretične in praktične raziskave v svetu ter tudi domače izkušnje so pokazale, da je ena najbolj zanesljivih zaščit na objektih betonska odbojna ograja z obliko imenovano New Jersey. Poleg tega, da betonska odbojna ograja BVO dokaj uspešno ščiti človeška življenja v vozilih, ki naletijo, ščiti tudi okolico pred prometnim hrupom, brizganjem z vodo ali snežno brozgo, razlitjem nevarnih snovi ter delno pred izpušnimi plini in lučmi avtomobilskih žarometov (slika 7).



Slika 7: BVO ograja

Vir: Lasten

Na objektu je montirana BVO tipa:

- stranska odbojna ograja ob hodniku, ki jo polagamo v vezavo v vzdolžno verigo brez sidranja v glavno nosilno konstrukcijo,
- odbojna ograja ob ločilnem pasu, ki je vezana v vzdolžno verigo in sidrana v nosilno konstrukcijo.

Višina elementa stranske odbojne ograje ob hodniku znaša 82 cm (nad voziščem 80 cm), širina na vrhu je 15 cm, širina spodaj pa 46 cm. Značilna NJ oblika je na strani cestišča, na strani hodnika pa poteka v naklonu po celotni višini elementa.

Vežanje v verigo ima namen zagotoviti stabilnost elementov pri močnejših udarcih, ki jih element sam ne bi prenesel. Na ta način sodeluje pri odbojni funkciji masa celotne verige. V verigo se veže maksimalno 12 elementov dolžine 5.0 m. obvezno pa se pomični stik izvede nad vsako podporo, prav tako pa se mora sovpadati z dilatacijami nosilne konstrukcije. Nepomični stik je izveden s strižno povezavo preko dveh zank $\phi 20$ mm ter strižnega trna $\phi 25$ mm, vse iz mehke armature. Regi na stiku se zatesnita s polnim trakom iz penaste gume, notranji prostor pa se zalije s cementno malto z dodatkom za nabrekanje in agregatom iz zrn 0-4 mm. Po strjeni malti se polnilni trak odstrani, rega pa zapolni s trajno elastičnim kitom. Pomični stik je enako oblikovan kot nepomični, le da je vstavljen stiropor ter ni strižne armature, prostor pa se prav tako zalije s cementno malto, rega na pomičnem stiku pa se v celoti zapolni s trajno elastičnim kitom.

Zahtevana kvaliteta betona varnostnih ograj spada v kategorijo C25/30. Stopnja izpostavljenosti pa mora ustrezati XD3, XF4. Vsebnost por v mikroaeriranem betonu mora znašati 3 do 5% V/V. največji dovoljeni V/C faktor cementnega betona je 0,5. Elementi betonske ograje so armirani z mrežasto armaturo BSt 500/560 M, zanke za povezavo v verigo so iz armature BSt 240/360. Debelina zaščitnega sloja betona mora znašati 4,5 cm.

Opaž za betonske varnostne ograje, ki se izdelujejo v obratih, mora zagotavljati toleranco dimenzij elementa ter razopaževanje oz dvig brez poškodb. Opaž se izdelava tako, da je element postavljen »na glavo« oziroma zasukan za 180°C, s čemer se doseže boljše dvigovanje zračnih mehurčkov ter s tem bolj gladko in odporno površino elementa.

Za dvig betonskih elementov iz opaža je predpisano mesto prijemališča dvigalne naprave, medtem ko je izbira kljuk, sider in podobnih pomagal prepuščena izvajalcu. Pri dvigu je potrebno preprečiti nastanek upogibnih razpok (natege zaradi upogiba mora prevzeti sam beton), zato mora beton doseči 0,65 MPa porušne natezne trdnosti. Transport in skladiščenje mora biti izvedeno tako, da ne pride do poškodb ali drugega zmanjšanja kvalitete elementa. Pred prevozom na kraj montaže mora biti element star najmanj 3 dni. Na vsakem elementu mora biti označeno:

- naziv (pozicija),
- ime izvajalca,

- teža in datum betoniranja.

Jeklena ograja

Na zunanji strani levega in desnega objekta je nameščena tipska kovinska ograja s horizontalnimi polnili za pešce višine 1,10 m. izdelana mora biti v skladu z TSC 07.103 in protikorozijsko zaščitena. Razdalja med tipskimi stebrički na objektu je lahko maksimalno 2 m.

Na območju prečkanja viadukta preko gozdne ceste je na objektu nameščena zaščitna mreža (paneli), za zaščito prometa na lokalni cesti pred padanjem snega zaradi pluženja in zaradi slučajnega ali namernega padca predmeta z viadukta. Višina zaščitne mreže znaša 1,75 m. Elementi mreže so širine 0,75 m in so pritrjeni na stebričke ograje na kontrolnem hodniku za vzdrževalce.

2.4 Seznam materiala

2.4.1 Zahtevana kvaliteta materialov za viadukt

Beton v skladu z (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008):

SIST EN 1992-1-1

SIST EN 206-1

Kabli za prednapenjanje (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008):

O,62'' (ϕ 15,2 mm), $A_p = 140 \text{ mm}^2$, St 1570/1770, relaksacija $\leq 2,5\%$ pri 0,7 fpk za 1000 ur

Dilatacije (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008): lamelna vodotesna dilatacija n x 80 mm, izdelana v skladu z avstrijsko RVS 15.45 ali nemško TL/TP-FÜ 92.

Ležišča skladna z DIN 4141, oz EN 1337 (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

Element	Beton,st. izpostavljenosti	armatura	Zaščitni sloj (cm)
Piloti	C25/30 – XA1	BSt 500 S (A)	9
Obroč	C25/30 – XC2	BSt 500 S (A)	
Vodnjaki konstr. beton	C20/25	BSt 500 S (A)	
Greda	C20/25 – XC4	BSt 500 S (A)	5
Temeljne blazine	C25/30 – XC2	BSt 500 S (A)	5
Oporniki	C25/30 – XD1, XF2	BSt 500 S (B)	5
Stebri- OS 3, 4, 5, 6	C25/30 – XD1, XF2	BSt 500 S (B)	5
Stebri- OS 2	C25/30 – XD2, XF2	BSt 500 S (B)	5
Prekladna konstrukcija	C35/45 – XD1, XF2	BSt 500 S (B)	4.5, 3,5-znotraj
hodniki	C25/30 – XD3, XF4	BSt 500 S (B)	4.5, 2

Tabela 3: Zahtevana kvaliteta materiala

Vir: Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008

2.4.2 Opaži

Vsi vidni deli prekladne konstrukcije so predvideni iz opaža za vidno beton (opažne plošče). Pri tem je potrebno upoštevati navodila iz TSC o smeri polaganja opažnih plošč. Vsi deli konstrukcije, ki so nevidni so predvideni iz »surovega« opaža. Pred vgrajevanjem svežega betona je potrebno opaže in dele kjer se betonira, očistiti nesnage (odpadki žice, armature, žagovina in podobno) z izpihovanjem pod visokim pritiskom. Izvajalec sme pričeti z vgrajevanjem betona šele, ko je nadzorni organ prevzel opaž in armaturo (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

2.5 Pogoji za izvedbo objekta

2.5.1 Temeljenje

Temeljenje je potrebno izvajati skladno s projektom in geotehničnim poročilom, ki je sestavni del projekta. Ob izdelavi temeljev mora sodelovati geomehanik, pregledati temeljna tla in v primeru odstopanja od predpostavljenih v geotehničnem poročilu obvestiti projektanta premostitvenega objekta. Zaradi potencialno plazovitega področja je potrebno posebno

pazljivo izvajati vodnjake-predvsem »zgornji« vodnjak in šele nato »spodnji«. Vendar pa se mora »zgornji« izvesti tako globoko, da pri izvedbi »spodnjega« ne more priti do podkopavanja »zgornjega«. S tem bi se lahko porušila stabilnost celotnega območja. Ob pazljivi gradnji je mogoče izvajati sosednja vodnjaka hkrati, vendar v zamiru vsaj 3 do 4 obroče po globini. Pri tem je potrebno monitoring poostriti, prav tako tudi varnostne ukrepe, da ne pride do odrida materiala do zgornjega vodnjaka v spodnji vodnjak in s tem poškoduje delavce ter vodnjak (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

2.5.2 Opaži

Pred vgrajevanjem svežega betona je potrebno opaže in dele, kjer se betonira očistiti nesnage (odpadki žice od vezanja armature, žagovina,...) – z izpihovanjem pod visokim pritiskom. Z natančno izdelavo in s tesnenjem stikov je treba zagotoviti nepropustnost opažev. Preprečeno mora biti tudi odtekanje vode ali cementnega betona. Izvajalec sme pričeti z vgrajevanjem betona šele, ko je nadzorni organ prevzel opaž in armaturo. Vsi vidni deli zgornje konstrukcije so predvideni iz opaža za vidni beton (jekleni opaž za montažne nosilce, opažne plošče). Pri tem je potrebno upoštevati navodila iz TSC 07.111 o smeri polaganja opažnih plošč. Vsi vidni deli konstrukcije, ki so nevidni (notranja stran kril in zaledna stena opornika, čelne stranice taktov, bočne stranice konzolnih plošč) so predvideni iz »surovega« opaža (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

2.5.3 Beton

Osnovni material za beton

Osnovni materiali, ki sestavljajo beton so (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008):

- zmes kamnitih zrn,
- vezivo – cement,
- voda,
- kemijski dodatki,
- zaščitna sredstva.

Zmesi kamnitih zrn za mešanice cementnih betonov so sestavljene pretežno iz naravno zaobljenih zrn (proda in peska). S projektom betona pa je lahko določena uporaba zmesi naravnih zdrobljenih in drobljenih zrn (drobirja in peska). Sestavo zmesi kamnitih zrn za mešanice cementnih betonov mora odobriti nadzorni organ glede na zahtevane lastnosti betona, tudi če je že določena v projektu. Vrsta cementa se določi glede na kakovost cementa in pogoje uporabe betona, ki mora ustrezati predpisanim zahtevam. Priporoča se uporaba cementov, ki pri vezanju povzročajo minimalno krčenje. Za pripravo betona se lahko uporabi naravna ali obdelana voda, za katero obstajajo dokazila, da ustreza namenu. Za zagotovitev, izboljšanje ali spremembo določenih lastnosti betona se lahko uporabi različne ustrezne kemijske in druge dodatke. Ti se določajo s projektom betona. Vpliv in združljivost dodatkov s cementom mora biti predhodno posebej dokazan. Pri uporabi kemijskih dodatkov je treba obvezno upoštevati navodila proizvajalca. Za začasno zaščito površino svežega in strjujočega betona pred izsuševanjem in poškodbami zaradi padavin se lahko uporabijo tekoča kemična zaščitna sredstva za obrizg, ki zagotavljajo na površini betona enakomeren film. Za trajnejšo zaščito strjujočih in strjenih betonov pred vremenskimi vplivi in pred kemičnimi vplivi (karbonizacijo, povečanje odpornosti na mraz s prisotnostjo soli..) pa se lahko uporabi tekoča kemična zaščitna sredstva za površinsko in globinsko penetracijo, oziroma impregnacijo betona (silikoni, siloksani, silani...). Uporabo zaščitnega sredstva mora odobriti nadzorni organ. Pri uporabi teh sredstev je treba obvezno upoštevati navodila proizvajalca. Za zagotovitev vodotesnosti belih kadi je potrebno projektirati in izdelovati betone natančne sestave (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

Pri tem je treba posebej upoštevati naslednje vidike (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008):

- trdnost betona naj ne bo višja od statično zahtevane trdnosti betona (izogibati se je potrebno previsokim trdnostim, saj z višjo trdnostjo naraščajo vsiljene statične količine,
- uporabljati je potrebno cemente s počasnejšim začetnim vezanjem in manjšim razvijanjem toplote, kot npr. cementi iz visokih peči ali portland cementi z dodatkom elektrofilterskega pepela,
- V/C faktorji morajo biti kolikor mogoče nizki,

- možno je dodajanje elektrofilterskega pepela zaradi zmanjšanja potrebe količine vode, upočasnitve razvijanja hidratacijske toplote, doseganja izrazito kasnejšega vezanja od stalnih vplivih vlage in povišanja vsebnosti prašnih delcev,
- po potrebi se uporabljajo dovoljeni dodatki betonu, kot so plastifikatorji, upočasnjevalci, ...
- uporaba mešanic zrn, ki ima najmanj praznin, s čim bolj čvrstimi agregati in z zadostno vsebnostjo prašnatih delcev,
- ker zaželeni počasni razvoj hidratacijske toplote sovпада s počasnejšim razvojem trdnosti, je smiselni dogovor z investitorjem o testiranju trdnosti po 56 dneh namesto po 28 dneh.

Proizvodnja in transport mešanice svežega betona

Proizvodnja mešanice svežega betona mora biti strojna in zagotovljena v ustreznem obratu za pripravo mešanic s šaržnim načinom dela. Sestava mešanice betona mora biti prilagojena načinu prevoza in vgrajevanja. Čas mešanja in drugi vplivi na kakovost morajo biti tako naravnani, da je zagotovljena enovita mešanica svežega betona. Za delo pri nižjih temperaturah mora biti zagotovljena vizualna in merska kontrola dozirnih naprav.

Za prevoz je potrebno uporabiti ustrezna vozila – mešalnike. Med prevozom mora ostati mešanica svežega betona enovita, spremeniti pa se morajo lastnosti svežega betona. Število vozil za prevoz mešanice svežega betona na gradbišče mora biti prilagojeno pogojem enakomernega vgrajevanja, glede na zmogljivost strojnih naprav za proizvodnjo, razdaljo prevoza in zmogljivost vgrajevanja (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

Vgrajevanje mešanice svežega betona

Betoniranje je potrebno izvajati po postopkih in pogojih, ki so predpisani v Posebnih tehničnih pogojih – knjiga 6, ki jih je izdala Skupnost za ceste, Ljubljana 1989. Beton je treba vgraditi čim prej po zamešanju, dokler se zaradi spremembe konsistence ne zmanjša njegova vgradljivost. Višina prostega padanja svežega betona pri vgrajevanju praviloma ne sme biti večja od 1,5 m, če niso storjeni potrebni ukrepi za preprečitev segregacije. Višina nasipne plasti mora biti prilagojena načinu in učinkovitosti sredstev za zgoščevanje. Vsaka plast posebej mora biti vgrajena v času, ko je še mogoča spojitev obeh plasti z vibriranjem, ki ga je v takšnih primerih treba obvezno vršiti v vsej debelini plasti. Sveži beton je treba praviloma zgostiti z mehničnimi vibracijami, posebno skrbno ob palicah armature in ob opažih.

Temperatura svežega betona med vgrajevanjem mora znašati najmanj 7 °C in največ 25 °C (izjemoma največ 30 °C). temperatura opažev mora znašati 3 do 40 °C. če je temperatura zraka nižja od 5 °C ali višja od 30 °C, je treba zagotoviti strjevanje cementnega betona z ustreznimi ukrepi, ki jih mora odobriti nadzorni organ. Za zagotovitev kvalitetnih vodotesnih belih kadi je treba za dobro vgrajevanje on zgostitev betona glede na dimenzije elementov in polaganje armature, predvideti zadostne prehode vgrajevanja (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

Pri vgrajevanju betona ta ne sme padati iz večje višine kot 50 cm, zato se po potrebi zagotovijo cevi, ki se končujejo tik nad mestom vgrajevanja. Kadar je beton presuh je priporočljivo, da se z uporabo plastifikatorjev izboljša vgradljivost. Pri masivnih elementih je posebej ekonomična uporaba litih betonov, ki se vgrajujejo po plasteh po največ 50 cm. Beton je praviloma potrebno zgostiti z notranjim vibratorjem. Dovolj zgodaj pred pričetkom vezanja je potrebno beton ponovno zgostiti, da se praznine, ki nastanejo pri usedanju svežega betona – predvsem pod armaturo, znova zaprejo.

Pri posebno zahtevnih elementih se lahko hidratacijska toplota odvaža s pomočjo vgrajenih hladilnih cevk, skozi katere se črpa mrzla voda in se tako zmanjša nevarnost nastajanja razpok. Za zaščito proti prezgodnjem izsuševanju in s tem povezanim razpokanjem mladega betona je potrebno upoštevati smernice za negovanje betona (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

Zaščita betona

Vgrajeni beton je treba zaščititi v fazi vezanja in strjevanja proti izsuševanju, segrevanju, ohlajevanju, poškodbami zaradi padavin, vibracijam in mehanskim poškodbam in v strjenem stanju proti preperevanju in kemikalijami. Prekomerno izsuševanje vgrajenega betona je mogoče preprečiti z ustrezno mokro nego ali s kemijskimi zaščitnimi sredstvi. Ustrezno zaščito svežega betona je treba zagotoviti takoj po zgostitvi, vzdrževati pa najmanj 7 dni, vendar ne manj časa, kot je potrebno, da beton doseže 60% predvidene trdnosti. Pri uporabi kemijskih zaščitnih sredstev za zaščito cementnega betona proti izsuševanju je treba upoštevati tehnične pogoje proizvajalca, po potrebi pa tudi dopolnilna navodila za uporabo. Prekomerno segrevanje, hitro ohladitev in poškodbe predvsem večjih površin vgrajenega svežega in strjujočega betona zaradi padavin je mogoče preprečiti s pokritjem površine s

plastično folijo ali drugim streznim materialom. Takšno zaščito je potrebno zagotoviti dokler cementni beton ni dosegel najmanj 50% zahtevane tlačne trdnosti (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

2.5.4 Armatura

Polaganje armature

Armaturne palice je potrebno polagati skladno z armaturnim načrtom. Krivljenje palic je potrebno prav tako izvesti kot je določeno v ustreznih načrtih, pri tem pa je potrebno upoštevati pravilne premere krivljenja za posamezne premere armaturnih palic. Razporeditev armaturnih palic je natančno določena v ustreznih armaturnih načrtih. Posebno pozornost je potrebno posvetiti ustreznim zaščitnim slojem armature. Ta je vedno označen v armaturnih načrtih in znaša min 4,5 cm. Na mestih, kjer se armatura zgosti (preklopi, dodatne palice ob kontrolnih jaških) je treba paziti, da razmik med palicami ni manjši kot 3 cm. Vgrajuje se lahko le čista armatura (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

3 TEHNOLOGIJA GRADNJE VIADUKTA

3.1 Spodnja konstrukcija viadukta

Vodnjaki se v zgornjem delu izdelujejo z AB obročem, ki je lahko izdelan s pomočjo opaža ali pa z brizganim betonom. Spodnji del vodnjaka – v osnovni hribini pa se zabetonira intaktno. Na vrhu vodnjakov se izvede skrita AB blazina, vmes proti dnu pa se vodnjak zapolni s konstrukcijskim betonom, ki je armiran samo po obodu. Po izvedbi vodnjakov in blazin se vgradi priključna armatura za vezne grede in za stebre ter se nato zabetonira vezna gred in nato prvi odsek stebra. Stebri se nato armirajo in betonirajo po odsekih višine cca 4 m s pomočjo plezajočega opaža. Na vrhu stebra se izdelava kapa stebra. Krajni podpori v osi 0 se izvajata po klasičnem, znanem in utečenem postopku, medtem ko je pri podpori v osi 8D in 9L faze izvedbe opornika potrebno prilagoditi tehnologiji narivanja prekladne konstrukcije (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

3.2 Tehnologija gradnje glavne nosilne konstrukcije

Princip gradnje postopnega narivanja je v tem, da se zgornja prekladna konstrukcija izdeluje v taktu po odsekih. Delo poteka na stalnem proizvodnem platoju za krajnim opornikom, ter se s potisno hidravlično opremo v taktih potiska preko stebrov. Postopek predstavlja industrijsko izdelavo ponavljajočih taktov. Ekonomičnost postopka je predvsem v velikem prihranku delovnih ur (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

Postopek narivanja z neskončnim nosilnim vijakom:

Bistvena prednost tega postopka je, da omogoča hitro in hkrati varno izvedbo faze narivanja z neskončnim vijakom, ne glede na vzdolžni naklon mostne konstrukcije. Predstavlja poceni in učinkovito izboljšavo, ki je na gradbišču izredno enostavno uporabljiva, ker rešuje vse mejne probleme pri narivanju mostnih konstrukcij z velikimi vzdolžnimi naklonom. Sistem se je pri izvedbi postopnega narivanja viadukta Polance izkazal kot izjemno enostaven in učinkovit ter se potrdil v praksi

(<http://www.primorje.si/index.php?vie=cnt&id=2007112809224852&lng=slo>, 20.10.2011).

Z vsemi takimi problemi se je tehnološka ekipa Primorja d.d., ki jo vodi g. Iztok Likar, univ.dipl.inž.grad., srečala pri izvedbi narivanja mostne konstrukcije za objekt Viadukt Polance na HC Razdrto – Vipava. Dolžina objekta znaša 345,5 m za desno in 378,4 m za levo polovico viadukta. Objekt je v zaključni fazi gradnje. Vzdolžni naklon viadukta znaša 5%, kar onemogoča uporabo do sedaj znanih standardnih postopkov narivanja mostnih AB konstrukcij v smeri navzgor.

Standardne tehnologije narivanja, ki slonijo na osnovi izkoriščanja sile trenja za potisk mostne konstrukcije navzgor v smeri nivelete v takih primerih niso uporabne in so nezanesljive zaradi nevarnosti zdrs a mostne konstrukcije zaradi velikega vzdolžnega nagiba. Obstajajo sicer tudi rešitve s potiskanjem mostne konstrukcije na območju tako imenovane delavnice, kjer se običajno izdeluje nov segment oz. kampada mostne razpanske konstrukcije, ki omogoča potiskanje tudi v primeru večjih nagibov, vendar z velikimi gradbenimi posegi in s tem s precej večjimi stroški.

Rešitev, ki jo je predlagal in v praksi izvedel g. Iztok Likar, omogoča pri vzdolžnih naklonih mostnih konstrukcij, ki so večje od $\pm 3\%$, kar je meja standardnih postopkov narivanja, ki temeljijo na trenju, izvedbo narivanja navzgor ali navzdol tudi pri večjih vzdolžnih naklonih. Bistvo novosti je v navidezno enostavnemu postopku preprijemanja velike vzdolžne sile zaradi lastne teže AB mostne razpanske konstrukcije oziroma varovanja v vseh fazah narivanja brez nevarnosti zdrs a, ki je pri tako velikih naklonih možen (tako v fazi narivanja kot v fazi mirovanja). Preprijemanje oz. prenos velike vzdolžne sile v fazi narivanja pred zdrsom prekladne konstrukcije je g. Iztok Likar izvedel z učinkovito uporabo prerezane matice Dywidag, kar je njegova originalna rešitev, vendar je moral prerezano matico v fazi obremenitve zavarovati oz. ojačati s specialno jekleno objemko, ki jo je prav tako sam skonstruiral (slika 8)

(<http://www.primorje.si/index.php?vie=cnt&id=2007112809224852&lng=slo>, 20.10.2011) .



Slika 8: Prerezana matica Dywidag z objemko

Vir: <http://www.primorje.si/index.php?vie=cnt&id=2007112809224852&lng=slo>,
27.11.2007

Spojka in prerezana matica morata skupaj zato prevzeti nosilnost neprerezane matice, ki bi po svoji sami nosilnosti sicer opravljala svojo nosilno funkcijo, vendar iz tehnoloških razlogov ne bi omogočala vzdolžnega premika na tako velik dolžini vlečenja (cca 30 m). Uporabljeni postopek s prerezano matico v kombinaciji z objemko pa omogoča kontinuirano narivanje kampade dolžine cca 30 m z možnostjo neprekinjenega dela na principu neskončnega vijaka. Omeniti velja, da so Dywidag jeklene palice izdelane le do dolžine 12 m in da preko zvarjenega spoja dveh palic ni možno peljati navojne matice. Na ta način je rešeno narivanje in istočasno varovanje prekladne konstrukcije z večjimi vzdolžnimi nakloni brez dodatnih zelo kompliciranih ukrepov proti zdrs, ki so praviloma dragi (<http://www.primorje.si/index.php?vie=cnt&id=2007112809224852&lng=slo>, 20.10.2011).

Določitev potrebne sile za narivanje

Hidravlična oprema za narivanje je sestavljena iz preše za horizontalni premik, ki je fiksno povezana s krajno podporo in preše za vertikalni dvig, ki se lahko premika po drsni teflonski plošči, katera je nameščena na krajni podpori. Na zgornji strani preše za vertikalni dvig je postavljena profilirana jeklena plošča preko katere se prenaša strižna sila na zgornjo konstrukcijo (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

Potrebna potisna sila za narivanje znaša (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008):

$$F = g \times L \times (\delta + \phi)$$

g ... lastna teža zgornje konstrukcije / m¹

L ... dolžina zgornje konstrukcije

δ ... nagib zgornje konstrukcije – vzdolžni sklon

ϕ ... kot trenja drsnega ležišča

Potrebna vertikalna reakcija mora znašati (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008):

$$R \geq \mu \times F$$

μ ... koeficient trenja med dvigalno opremo in zgornjo konstrukcijo $\mu \geq 0,5$

Stebri in temelji končne podporne konstrukcije

Obremenitve, ki delujejo na stebre in temelje med procesom postopnega narivanja se močno razlikujejo od tistih, ki se pojavijo v času uporabe konstrukcije. Med gradnjo sta večja tudi vpetostna dolžina in drsna površina na mostu čez vrh stebra. Večje so tudi horizontalne sile, ki nastopajo na vrhu stebra (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

Delujoča obtežba na stebru (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008):

Različen sklop horizontalnih sil, ki lahko delujejo na steber je odvisen od vzdolžnega nagiba prekladne konstrukcije, smeri narivanja in koeficienta trenja drsnega ležišča.

Detajl vrha stebra (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008):

Vrh stebra mora biti podrobno detajliran, saj je potrebno zagotoviti naslednjim napravam in fazam gradnje začasna drsna ležišča, vertikalno dvigalo za dvig objekta po končanem narivanju, ko vstavljamo končno ležišče, horizontalne vodilne naprave za narivanje, dodatno dvigalo za korekcijo relativnih pomikov med stebrom in zgornjo konstrukcijo.

3.3 Dilatacije in prehodne plošče

Na obeh objektih so predvidene vodonepropustne lamelne dilatacije (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008):

- os 0 (0L in 0D): 3 x 80 mm, ki omogočajo pomik 240 mm,
- os 8D, 9L: 3 x 80 mm, ki omogočajo pomik 240 mm.

Vgraditi je potrebno dilatacijo renomiranega proizvajalca, katere vzdrževanje in menjava sta enostavna in jo odobri investitor ter mora biti izdelana v skladu z avstrijsko RVS 15.45 ali nemško TL/TP-FÜ 92. Pri vgradnji je potrebno upoštevati navodila proizvajalca, oziroma zahtevati njegovo prisotnost pri vgradnji prve dilatacije. Še posebej je treba paziti na pravilno prednastavitev dilatacije in pravilno višinsko vgradnjo ter pravilno izvedbo izolacije ob profilih dilatacije, da ne pride do zamakanja. Prehodne plošče so zasnovane v skladu z veljavnimi TSC 07.109 in jih je potrebno kot takšne tudi izvajati. Dolžina prehodne plošče znaša 3.75 m, debelina prehodne plošče je 25 cm. Pod prehodno ploščo je potrebno izvesti zasip in zbijanje skladno s TC 07.109 (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

3.4 Krila, brežine in obdelava pod objektom

Krila so zasnovana v skladu z navodili iz TSC in sledijo priključnim nasipom. Priključni nasipi so predvideni pod naklonom 1 : 1,5. Zato pogojujejo uporabo prodno peščenih materialov, ki morajo biti zbiti, da dosegajo strižni kot ϕ 35 (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

Ob opornikih je potrebno urediti dostopne poti, stopnišča in vhodne v opornik. Pod objektom je treba nasuti lomljenec iz apnenca v velikosti »mačjih glav«. V območju razmeroma nizke višine ob opornikih in stebra 8L je obdelava terena pod objektom predvidena z nasutjem iz krogle debeline 20 – 30 cm. Nasutje se izvede med krajnimi oporniki in sosednjimi stebri, v tlorisni širini levega objekta (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

3.5 Izolacija in odvodnjavanje

Vsi elementi konstrukcije, ki so v stiku z zemljino so izvedeni po principu »belih kadi« - kar pomeni uporabo vodonepropustnega betona, ustrezno izvedbo delovnih stikov, nego betonov, ustrezno razporeditev, delno povečanje ter razporeditev potrebne armature. Z ozirom na izpostavljenost, velikost in pomembnost objekta glede na trajnost je projektirana zaščita z epoxy premazom (povprečna poraba 0,4 kg/m²), s posipom z kremenčevim peskom granulacije 0,7-1,2 mm (povprečna poraba 1,5 kg/m²), lepilno zmesjo bitu M in varilnim trakom V5 (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

V skladu z meteorološkimi podatki o padavinah, elementih in karakteristikah mostu, je projektiran celoten kanalizirani sistem za odvodnjavanje in kanalizacijo, ki je usklajen s kanalizacijo avtoceste in TSC07.105. meteorna voda z objektov se preko horizontalne zbirne cevi odvodnjava do zbirnega jaška pri oporniku v osi 8D in stebra 8L. Jašek je navezan na sistem odvodnjavanja avtoceste (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

3.6 Vozišče, hodniki, venci, ograja in instalacije

Za zgornjo horizontalno površino voziščne plošče je zahtevana kvalitetna površina (gosta in trdna) zaščitnega sloja betona z natančno geometrijo in predpisano hrapavostjo, ki se doseže z ustrezno epoksidno obdelavo skladno s ZTV-ING. Predvideno je strojno varjenje enoslojnih bitumenskih hidroizolacijskih trakov PF-5M, skladno s ZTV-ING in RIZ-ING. V območju robnikov se izvede ojačitev hidroizolacije. Hidroizolacija voziščne plošče v območju hodnikov se prekrije z zaščitnimi trakovi iz strešne lepenke na osnovi steklenega voala, ki se prilepijo na podlago t.j. na hidroizolacijske trakove z bitumensko lepilno maso. Sledi vgraditev BVO in betonskih robnih vencev s hodniki. Pri tem je potrebno upoštevati tehnologijo, ki je predvidena v ZTV-ING in RIZ-ing. Robni venci, hodniki in BVO se premažejo z impregnacijskim sredstvom proti škodljivemu vplivu solnice (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

Zaščita hidroizolacije je izvedena z zaščitnim bitumenskim betonom iz zmesi karbonatnih zrn 0/8 in s polimeri modificiranega bitumenskega veziva v debelini 3 cm. Obrabni sloj je izveden

iz asfaltne zmesi drobirja z bitumenskim mastiksom, iz zmesi silikatnih zrn 0/11 in s polimeri modificiranega bitumenskega veziva (PmB III) v debelini 4 cm (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

Vozišče je na zunanji strani omejeno z BVO, s hodnikom ograjo, na notranji strani ob ločilnem pasu pa samo s BVO. Robniki in betonska ka pa so iz rezanega naravnega kamna. Na koncih kril se na BVO-je naveže jeklena odbojna ograja, ki je projektirana v sklopu hitre ceste. Na zunanji strani levega in desnega objekta je nameščena tipska kovinska ograja s horizontalnimi polnili višine 1,10 m. izdelana mora biti v skladu s TSC in protikorozijsko zaščitena. Razdalja med tipskimi stebrički na objektu mora biti maksimalno 2.00 m. Na območju prečkanja viadukta preko gozdne ceste je na zunanjih robovih objektov ograja nadvišana na 1,75 m za preprečevanje padanja snega ob pluzenju avtoceste (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

3.7 Kontrola konstrukcije med gradnjo

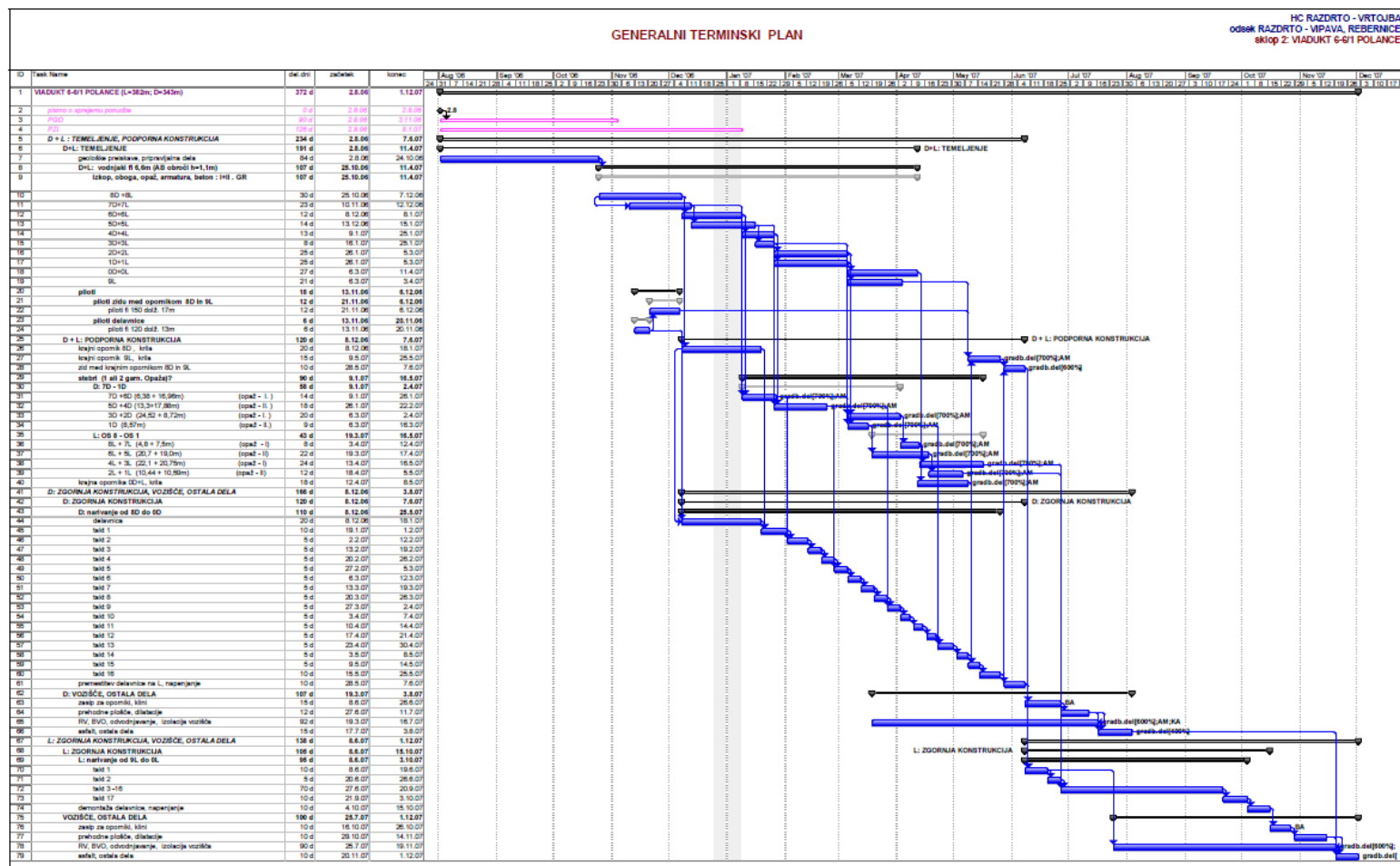
Zaradi zelo zahtevnega in potencialno hribovitega terena je treba v času gradnje le temu posvetiti veliko pozornost. Že pri gradnji vodnjakov je potrebno ob izdelavi obročev dnevno spremljati morebitne pomike. Po zabetoniranju vodnjaka pa se geodetska spremljava vrši na začetku, na 14 dni nato pa, če ni zabeleženih pomikov na 30 dni. V primeru, da se zabeležijo pomiki, se meritve zgostijo na 7 dni ali še pogosteje. Intervali se določijo na koordinacijskih sestankih skupaj z geomehaniki. Na stebre in krajne opornike je potrebno vgraditi reperje (merilna mesta), ki se jih takoj po izdelavi stebra (opornika) vgradi in takoj posname. Nato se jih posname v intervalih : 14 dni, 30 dni oziroma na krajše obdobje, če se zaznajo pomiki. O vsakršnih premikih je potrebno nemudoma obvestiti projektanta objekta in nadzorno službo oz inženirja. Na koncu gradnje se na konstrukcijo vgradijo še reperji na prekladno konstrukcijo. Za te se izvede ničelna meritev takoj po obremenilni preizkušnji. V nadaljevanju se vse meritve vršijo v sklopu projekta vzdrževanja objekta, v katerem so detajlno opisani intervali meritev (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

4 KONTROLA KONSTRUKCIJE

Glede na majhno velikost premikov so precizne in skrbno izvede meritve inkalnacij v danih pogojih verjetno najprimernejši način geotehničnega opazovanja ogroženega območja. V primeru, da bi inklinometri na sklenjenem območju začeli v daljšem časovnem obdobju kazati prirastek in razširitev premikov, oziroma povečanje hitrosti gibanja gruščnatih pobočnih sedimentov, bi bil to znak, da lezenje prehaja v plazenje. Zato je izvajanje geotehničnih meritev v teh pogojih nujno v vseh fazah gradnje in tudi po njej. V vodnjake podpor so se vgradile inklinacijske cevi, s katerimi se po izgradnji podpore spremljajo morebitni premiki vodnjakov in tal pod njimi (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

Geodetsko opazovanje mora biti izvedeno z ustrezno natančnostjo, ki ustreza minimalnim pričakovanim premikom. Zanesljiv sistem geodetskega opazovanja premikov je nujen, tako za opazovanje terena in objekta (Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008).

5 TERMINSKI PLAN



Slika 9: Terminski plan

Vir: Primorje d.o.o., 7.10.2011

Terminski plan projekta (gantogram), služi časovnemu planiranju del oz dogodkov, ki so razvrščeni po določenem zaporedju. Za vsako aktivnost lahko na tak način hitro in jasno razberemo, kdaj se je začela in kdaj se bo zaključila.

Trasa hitre ceste je bila grajena na zahtevnem in potencialno hribovitem terenu, zato so pred samim začetkom gradnje morali precej časa nameniti geološkim preiskavam in kasneje pripravljalnim delom.

Časovno je potrebo izpostaviti izdelavo vodnjakov, zaradi kvalitetne in natančne izdelave, saj bi v primeru slabe izvedbe, le teh, prišlo do kasnejših težav.

Med najbolj izstopajočimi deli velja omeniti izdelavo taktov s pomočjo postopnega narivanja, ki zaseda približno eno četrtno celotnega terminskega plana.

Precej časa so porabili tudi za postavljanje BVO ograje, polaganje oz pritrdjevanje cevi za odvodnjavanje ter za polaganje izolacije vozišča.

6 STROŠKOVNI PLAN

Stroškovni plan je pomemben del projekta v katerem so navedeni vsi stroški med samo izgradnjo. Razdeljen je glede na posamezna dela, ki so potreba za izvedbo projekta. Vsako posamezno delo ali postavka ima svojo vrednost.

Med najbolj izstopajočimi stroški je v našem primeru postavka 2.5.2 Dela z jeklom za ojačevanje, saj za takšno konstrukcijo kot je viadukt Polance potrebujemo velike količine jekla. Jeklo se uporablja pri vseh nosilnih elementih saj prevzema natezne sile.

Med izstopajočimi postavkami še velja omeniti postavko 2.5.3 Dela s cementim betonom, saj je celotna konstrukcija iz betona ojačanega z jeklom.

1 SPODNJA KONSTRUKCIJA

	Cena brez DDV	DDV	Cena z DDV
1.1 ZEMELJSKA DELA			
	358.843,89 €	71.768,78 €	430.612,67 €
Izkopi			
1.1.1	290.669,75 €	58.133,95 €	348.803,71 €
Planum temeljnih tal			
1.1.2	4.722,08 €	944,42 €	5.666,50 €
Nasipi,zapisi,klini,posteljice in glinasti naboji			
1.1.3	3.104,03 €	620,81 €	3.724,84 €
Koli in vodnjaki			
1.1.4	60.348,02 €	12.069,60 €	72.417,63 €
1.2 GRADBENA IN OBRTNIŠKA DELA			
	1.181.811,88 €	236.362,38 €	1.418.174,26 €
Tesarska dela			
1.2.1	49.559,55 €	9.911,91 €	59.471,46 €
Dela z jeklom za ojačevanje			

1.2.2		489.118,68 €	97.823,74 €	586.942,41 €
	Dela s cementnim betonom			
1.2.3		607.138,17 €	121.427,63 €	728.565,80 €
	Zidarska in kamnoseška dela			
1.2.4		12.538,27 €	2.507,65 €	15.045,92 €
	Sidranje			
1.2.4		10.691,04 €	2.138,21 €	12.829,24 €
	Ključavničarska dela			
1.2.5		8.336,80 €	1.650,67 €	9.904,01 €
	Hidroizolacija			
1.2.6		4.512,85 €	902,57 €	5.415,42 €
1.3	TUJE STORITVE	51.744,28 €	10.348,86 €	62.093,14 €
	Preizkus,nadzor in tehnična dokumentacija			
1.3.1		51.744,28 €	10.348,86 €	62.093,14 €
	SKUPAJ SP.	1.592.400,06 €	318.480,01 €	1.910.880,07 €
	KONSTRUKCIJA			
	2 ZGORNJA KONSTRUKCIJA			
		Cena brez DDV	DDV	Cena z DDV
2.1	PREDDELA	103.358,37 €	20.671,67 €	124.030,05 €
2.1.1	Geodetska dela	15.726,92 €	3.145,38 €	18.872,31 €
2.1.2	Ostala preddela			

		87.631,45 €	17.526,29 €	105.157,74 €
	Pripravljalna dela pri objektih			
2.1.2.1		62.593,89 €	12.518,78 €	75.112,67 €
	Začasni objekti			
2.1.2.2		25.037,56 €	5.007,51 €	30.045,07 €
2.2	ZEMELJSKA DELA			
		20.244,95 €	4.048,99 €	24.293,94 €
2.2.1	Nasipi,zasipi,klini,posteljice in glinasti naboji			
		20.244,95 €	4.048,99 €	24.293,94 €
2.3	VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE			
		158.902,27 €	31.780,45 €	190.682,72 €
2.3.1	Obrabne plasti			
		102.248,54 €	20.449,71 €	122.698,25 €
	Vezane asfaltne obrabne in zaporne plasti-bitumenski betoni			
2.3.1.1		46.874,65 €	9.374,93 €	56.249,57 €
	Vezane asfaltne obrabne in zaporne plasti-drobir z bitumenskim mastiksom			
2.3.1.2		55.373,89 €	11.074,78 €	66.448,67 €
2.3.2	Robni elementi vozišč			
		56.653,73 €	11.330,75 €	67.984,48 €
	Robni trakovi			
2.3.2.1		56.653,73 €	11.330,75 €	67.984,48 €
2.4	ODVODNJAVANJE			
		151.512,69 €	30.302,54 €	181.815,22 €
2.4.1	Globinsko odvodnjavanje-kanalizacija			
		149.860,21 €	29.972,04 €	179.832,25 €
2.4.2	Jaški			
		1.652,48 €	330,50 €	1.982,97 €
2.5	GRADBENA IN OBRTNIŠKA DELA			

		3.286.496,04 €	657.299,21 €	3.943.795,24 €
2.5.1	Tesarska dela			
		180.408,49 €	36.081,70 €	216.490,19 €
2.5.2	Dela z jeklom za ojačevanje			
		1.786.047,20 €	357.209,44 €	2.143.256,63 €
2.5.3	Dela s cementnim betonom			
		700.695,92 €	140.139,18 €	840.835,10 €
2.5.4	Zidarska in kamnoseška dela			
		10.740,49 €	2.148,10 €	12.888,58 €
2.5.6	Ključavničarska dela in dela v jeklu			
		326.333,63 €	65.266,73 €	391.600,35 €
2.5.7	Zaščitna dela			
		282.270,32 €	56.454,06 €	338.724,39 €
2.5.7.1	Hidroizolacija			
		282.270,32 €	56.454,06 €	338.724,39 €
2.6	OPREMA CEST			
		183.333,33 €	36.666,67 €	220.000,00 €
2.6.1	Označbe na cestišču			
		14.947,42 €	2.989,48 €	17.936,91 €
2.6.2	Oprema za varovanje prometa			
		168.385,91 €	33.677,18 €	202.063,09 €
2.7	TUJE STORITVE			
		65.291,27 €	13.058,25 €	78.349,52 €
2.7.1	Telekomunikacijske naprave			
		14.381,57 €	2.876,31 €	17.257,89 €
2.7.2	Preizkus,nadzor in tehnična dokumentacija			
		50.909,70 €	10.181,94 €	61.091,64 €
	SKUPAJ ZG.	3.969.138,92 €	793.827,78 €	4.762.966,70 €
	KONSTRUKCIJA			
		5.561.538,98 €	1.112.307,80 €	6.673.846,77 €

SKUPAJ ZG. in SP.
KONSTRUKCIJA

7 ZAKLJUČEK

Gradnja prekladnih konstrukcij viaduktov in mostov s postopkom narivanja se uporablja, razvija, inovira in modificira že več kot 30 let. Pri izgradnji avtocest v Sloveniji se je tehnologija narivanja uporabila na več kakor 20 viaduktih in mostovih. Pogosta uporaba tehnologije narivanja je posledica ugodne cene opreme, zmanjšanega deleža delovne sile in hitrosti izgradnje.

Na viaduktu Polance, ki je bil zgrajen s tehnologijo proste konzolne gradnje so vmesni stebri toga vpeti v prekladno konstrukcijo. Vsi temelji na vodnjakih so sidrani v geološko osnovo-fliš. Vodnjaki za podpore 1-4 so polni z razširitvijo spodnjega dela. Stebra 5 in 6 sta temeljena na votlih vodnjakih globine 34 m, kateri ne morejo prevzeti sil zaradi pomikov tal in so elastično povezani po višini. Prostor med plaščem vodnjaka in stebra je 2 m in omogoča pomike plašča 2 cm letno.

Kriteriji vrednotenja

Če želimo, da ocenimo dosežene rezultate pri projektiranju in izgradnji mostov in viaduktov je potrebno vzpostaviti kriterije vrednotenja.

V splošni tehnični smernici za mostove so podani kriteriji (merila) za ocenjevanje variantnih (natečajnih) rešitev mostov:

- merila, ki se nanašajo na upoštevanje posebnosti lokacije in na podloge za izdelavo natečajnih rešitev,
- konstruktivno tehnološka merila,
- merila, ki se nanašajo na oblikovanje mosta in ohranitev naravnega okolja,
- ekonomska merila,
- merila, ki se nanašajo na eksploatacijo mosta.

Za širše, celovitejše, objektivnejše in sodobnejše vrednotenje je koristno preveriti osnovne principe veščine projektiranja mostov:

- objektivnost,
- funkcionalnost,
- zanesljivost in trajnost,
- racionalnost, stroški izgradnje in vzdrževanja,

- estetika, harmonija z okoljem in elementi originalnosti.

Objektivnost je najpomembnejša pri umeščanju trase avtocest in splošno cest v prostor. Most je v veliki meri posledica rešitve trase in polje objektivnosti pri projektiranju mostov je bistveno manjše. Pri cestnih mostovih se objektivnost ne nanaša na oceno, ali je nek most sploh potrebno graditi, kje ga postaviti in izbiro trase, nivelete, širine ter namena mosta. Projektant mosta mora objektivno pristopiti k izbiri materiala, izbiri nosilnega sistema konstrukcije, tehnologije graditve in opreme. Osebnе ambicije se morajo podrediti splošnim interesom in to je eden od temeljnih principov objektivnosti.

Funkcionalnost mosta kot dela trase ceste je nesporna in je upravičena s projektom ceste. Ne glede na to ugotovitev na funkcionalnost mostov bistveno vpliva geometrija ceste in je nujno, pri večjih mostovih, večje sodelovanje in kompromisi. Funkcionalnost mestnih mostov je zelo zahtevna in se opredeljuje skladno s prostorskimi in urbanističnimi plani. Namen, razporeditev in širine posameznih površin so osnova za pravilno izbiro širine mosta. Funkcionalnost mosta se izboljšuje s pravilno izbiro rešitev prehoda iz ceste na most, celovito obdelavo prostora pod in okoli mosta ter rešitvijo opreme mosta.

Zanesljivost mostov je splošen termin, kateri vključuje varnost, uporabnost in trajnost. Na avtocestah morajo biti vsi mostovi zanesljivi da je zagotovljena ustrezna varnost in tekoče odvijanje prometa. Na avtocestah niso zaželenе nepreverjene konstrukcije z elementi rizika. Kontrola zanesljivosti se nanaša na obnašanje konstrukcije v času njene predvidene življenjske dobe. Življenjska doba mosta je obdobje v katerem ima most zagotovljeno varnost in uporabnost in ta znaša 80-120 let in je odvisna od lokacije intenzitete in vrste prometa ter drugih parametrov. Trajnost mostov se s časom zmanjšuje kot posledica lastnosti, ki jih ima sama konstrukcija in kot rezultat niza pričakovanih in nepričakovanih pojavov. Na trajnost mostov največ vplivajo lastnosti konstrukcije (zasnova, nosilni in statični sistem, izbira materiala in tehnologije graditve in oprema). Z rednim vzdrževanjem je možno bistveno podaljšati življenjsko dobo mostov, preprečiti večje poškodbe in nenadne rušitve.

Racionalnost

Projektirani in zgrajeni premostitveni objekti v Sloveniji imajo racionalne in dobre zasnove, pravilno so temeljeni na osnovi ustreznih geološko geomehanskih elaboratov, dobro so konstruirani in zadostno statično in dinamično analizirani z uporabo sodobnim programov in

opreme. Z uporabo sodobnih tehnologij izgradnje, posebej postopka narivanja je izpolnjen bistven pogoj racionalnosti in je dosežena popolna sinergija tehnologije gradnje in rešitev nosilnih konstrukcij s statično analizo v fazi gradnje in uporabe. Z zadovoljstvom lahko ugotovim, da pri gradnji veliko novih zahtevnih mostov v Sloveniji ni prišlo do incidentih situacij ali rušitev.

Estetika, harmonija z okoljem

Estetika je izrazito subjektivna disciplina in se menja s časom. Strokovnost, splošna kultura in objektivnost avtorjev vplivajo na estetski novost mostov. Skladen most, harmonično vklopljen v okolje vnaša nov element lepote. Estetika mosta je veliko odvisna od zasnove, izbire nosilnega sistema, dispozijske rešitve, enotnosti kompozicije (skladna razmerja delov nosilne konstrukcije in mosta kot celote), upoštevanja pomembnosti ovire, morfoloških in geoloških danosti. Naknadno oblikovanje pravilno konstruiranega mostu je omejeno le na opremo. Težnja, da so mostovi lepi, je trajno prisotna v zgodovini grajenja mostov. Projektiranje in izgradnja mostov je stik znanja, izkušenj in sposobnosti. Mostovi morajo izpolnjevati tri bistvene pogoje: koristnost, dolgotrajnost in lepoto. Razpetine, skupne dolžine in višine mostov so dosegli izredne velikosti, ki so bile nerealne še pred 50-imi leti. Hiter razvoj teorije konstrukcij in uporaba računalnikov je zameglil globlji občutek za tradicijo, konstrukcijo in estetiko. Mostovi so atraktivni objekti in vabijo pozornost strokovne in širše javnosti. Naša obveznost je, da jih pravilno konstruiramo in zaščitimo pred avtorji neprimernih modnih idej, katere zmanjšujejo njihovo stabilnost in trajnost.

Most je konstrukcijski objekt, ki ga tvorita nosilna konstrukcija in oprema. Samo nekateri izredni mostovi so po lokaciji, velikosti, doseženih razponih, skupni dolžini, namenu, konceptu, konstrukcij tehnologiji izgradnje, poleg utilitarnosti, tudi simboli tehničnih civilizacijskih in kulturnih dosežkov v času in prostoru. Konstrukcija premostitvenih objektov, če ni dobro premišljena, obremenjuje okolje, zato je potrebno še bolj paziti na njihovo estetiko in skladno vključevanje v ruralni in urbani prostor.

Most se ne oblikuje, ampak konstruira in projektira po naravnih danostih ovire, elementih prometnice in pravilih gradbene teorije in prakse. Vsi ti kriteriji oziroma dejavniki so bili upoštevani pri viaduktu Polance saj sem imel možnost to preveriti na objektu samem.

8 LITERATURA IN VIRI

8.1 Literatura

1. Gradis biro za projektiranje d.o.o., Tehnično poročilo, 2008
2. Primorje d.o.o., 7.10.2011

8.2 Viri

1. http://www.dars.si/Dokumenti/O_avtocestah/Objekti_na_AC_in_HC/Premostitveni_objekti_467.aspx, 15.10.2011
2. <http://www.gradis-bp.si/>, 19.9.2011
3. <http://www.zveza-dgits.si/viadukt-polance-na-hitri-cesti-razdrto-vipava>, januar 2008
4. <http://www.primorje.si/index.php?vie=cnt&id=2007112809224852&lng=slo>, 27.11.2007
5. <http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=199971&stevilka=3560>, 3.9.1999