



## 3.1 NASLOVNA STRAN S KLJUČNIMI PODATKI

### 3 Načrt gradbenih konstrukcij

INVESTITOR

Občina Ajdovščina  
Cesta 5.maja 6a, 5270 AJDOVŠČINA

OBJEKT

SANACIJA NOSILNIH STEBROV NADSTREŠNICE VZHODNE  
TRIBUNE STADIONA V AJDOVŠČINI

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

PZI

ZA GRADNJO

Rekonstrukcija

PROJEKTANT IN  
ODGOVORNA OSEBA PROJEKTANTA

**corus inženirji d.o.o.**  
žapuže 19, si-5270 ajdovščina  
MATEJ BREŠAN, univ.dipl.inž.grad.

ODGOVORNI PROJEKTANT

**MATEJ BREŠAN**, univ.dipl.inž.grad.  
IZS G-2403

ODGOVORNI VODJA PROJEKTA

**MATEJ BREŠAN**, univ.dipl.inž.grad.  
IZS G-2403

ŠTEVILKA NAČRTA

153/13-3

IZVOD

1      2      3      4      5      6      A

KRAJ IN DATUM IZDELAVE

ŽAPUŽE, november 2014



## 3.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA ŠT. 153/13-3

Vsebina:

- 3.1 NASLOVNA STRAN S KLJUČNIMI PODATKI
- 3.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA št. 153/13-3
- 3.3 TEHNIČNO POROČILO
  - 3.3.1 SPLOŠNO
  - 3.3.2 PODLOGE ZA PROJEKTIRANJE
  - 3.3.3 OBSTOJEČE STANJE
  - 3.3.4 POVZETEK STROKOVNEGA MNENJA št 059/2013 o vzrokih za nastanek razpok na nosilnih stebrih nadstrešnice
  - 3.3.5 ANALIZA KONSTRUKCIJE
  - 3.3.6 POVZETEK IZRAČUNA
  - 3.3.7 POVZETEK REZULTATOV
- 3.4 POSTOPEK SANACIJE
  - 3.4.1 SKLADNOST S STANDARDI SIST EN 1504
  - 3.4.2 SANACIJA RAZPOK
  - 3.4.3 STATIČNA SANACIJA STEBROV IN NOSILCEV
- 3.5 RISBE

## 3.3 TEHNIČNO POROČILO

### 3.3.1 SPLOŠNO

V sklopu projektne dokumentacije je potrebno podati ustrezne rešitve za sanacijo razpok na stebrih vzhodne tribune stadiona v Ajdovščini.

Tribuna je bila zgrajena leta 2010. Razpoke so se pojavile kmalu po končanih delih. Razpoke so tipično natezne narave, kar nakazuje na neustrezno armiranje stebrov in izvedbo stika steber – konzola.

### 3.3.2 PODLOGE ZA PROJEKTIRANJE

Osnova za projektiranje je projektna dokumentacija prejeta s strani naročnika Občina Ajdovščina in ogled lokacije.

- PGD projekt NOGOMETNI STADION – VZHODNA TRIBUNA, Ajdovščina, št projekta 3917/2009, oktober 2009, Primorje d.d.
- PID projekt NOGOMETNI STADION – VZHODNA TRIBUNA, Ajdovščina, št projekta 3947/2010-PID, avgust 2010, Primorje d.d.
- STROKOVNO MNENJE o vzrokih za nastanek razpok na nosilnih stebrih nadstrešnice vzhodne tribune nogometnega stadiona v Ajdovščini, št poročila 059/2013, 29.10.2013, Pins in d.o.o.
- PGD projekt SANACIJA NOSILNIH STEBROV NADSTREŠNICE VZHODNE TRIBUNE STADIONA V AJDOVŠČINI, št projekta 153/13, maj 2014, Corus inženirji d.o.o.

Ogled objekta je bil opravljen le vizualno, kvalitativne ugotovitve glede poškodbe nosilne konstrukcije in temeljnih tal so bile povzete po poročilih.

### 3.3.3 OBSTOJEČE STANJE

V letu 2010 je bila izvedena prenova in dograditev nogometnega stadiona v Ajdovščini. V sklopu vzhodne tribune je bila izvedena nova nadstrešnica nad obstoječimi sedišči. Nadstrešnica poteka v smeri sever jug, konzola je usmerjena proti zahodu, tribuna se s steno zapira proti vzhodu.

Nadstrešnica je tlorisno pravokotne oblike 98,75 x 8,32 m. Višina nadstrešnice (od vrha temelja do vrha stebra) znaša 4,85 m.

V prerezu je nadstrešnica konzolna greda s stebrom. Strešina je izvedena kot enokapnica z naklonom 7°.

Nosilno konstrukcijo sestavljajo točkovni temelji, stebri in konzolni nosilci, na katere so nato položene prednapete votle plošče.



Slika 1: pogled na nosilno konstrukcijo nadstrešnice - pogled proti jugu na vzhodni in zahodni strani



Slika 2: pogled na robni in vmesni steber konstrukcije



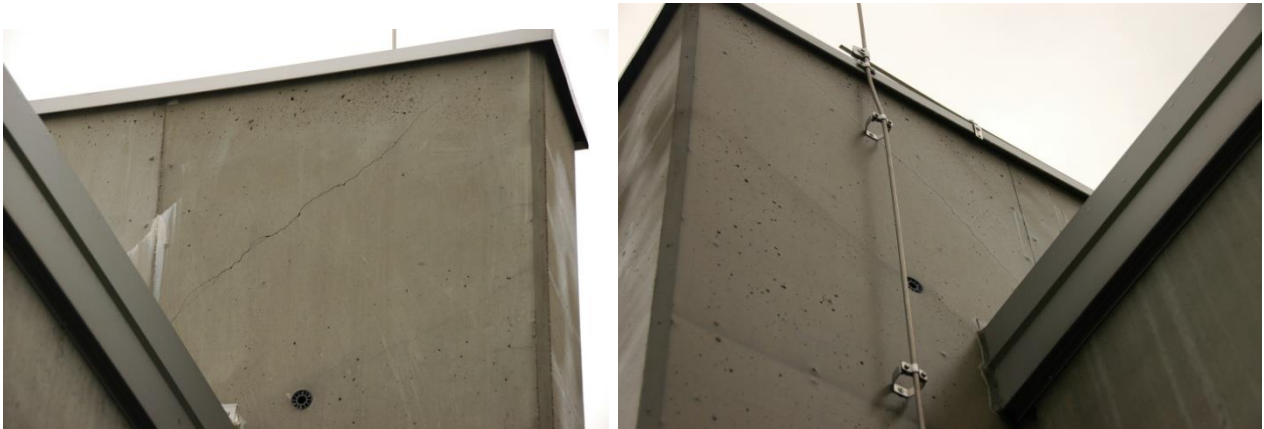
Slika 3: poškodbe stebra v osi 1



Slika 4: poškodbe stebra v osi 2



Slika 5: mesto sondažnega izseka in tipična natezna razpoka na višini ca 1,50 m



Slika 6: radialne razpoke na vozlišču



Slika 7: detajl stebrov ob dilataciji

### 3.3.3.1 Nosilna konstrukcija

Glavno nosilno konstrukcijo nadstrešnice sestavljajo točkovni temelji, monolitni AB stebri s konzolo. AB stebri so T oz L prečnega prereza konstantnih dimenzij, na medsebojnem razmaku 7,50 m (krajni stebri so L prereza, vmesni pa T). Objekt je razdeljen na 3 dilatacijske enote.

Nosilci so glede na prečni prerez ločeni v centralne in robne. Centralni nosilci imajo prečni prerez v obliki obrnjene črke T, pri čemer se višina nosilca spreminja od 40 cm do 120 cm. Širina stojine T nosilca je 35 cm. Spodnja pasnica T nosilca predstavlja dvostransko konzolo za naleganje prednapetih votlih plošč. Stranski konzoli sta dimenzij 20/15 cm. Robni nosilci imajo prečni prerez pravokotne oblike z dodatno konzolo samo na eni strani. Celotna dolžina konzolnih nosilcev je 8,32 m.

Stebri so prav tako kot nosilci ločeni v centralne in robne. Centralni stebri imajo prečni prerez črke T, pri čemer je skupna višina prereza 140 cm, debelina stojine 35 cm, dimenzije pasnice pa 65/15 cm. Robni steber je dimenzij 140/35 cm s konzolo 65/15cm

Predmet sanacije so stebri in konzolni nosilci.

### 3.3.4 POVZETEK STROKOVNEGA MNENJA št 059/2013 o vzrokih za nastanek razpok na nosilnih stebrih nadstrešnice

#### 3.3.4.1 Splošno

Dokumentacij, ki je bila tekom izdelave strokovnega mnenja pregledana:

- projekt izvedenih del za obravnavani objekt (3947/2010-PID, Primorje d.d.),
- vpisi v gradbeni dnevnik od 21.01.2010 do 26.03.2010
- zaključno poročilo o doseženi kakovosti vgrajenega betona (470-2010-KK-ZP-309, 06.08.2010),
- končna ocena kakovosti vgrajenega transportnega betona C 25/30 in C 35/45 za objekt "Nogometni stadion v Ajdovščini Tribune", ZAG ,št O 585/05-430-1012, 11.08.2010,
- dokazilo o zanesljivosti objekta, št 292/2010, september 2010, Primorje d.d.

Na objektu so bile izvedeni naslednji pregledi in raziskave:

- vizualni pregled objekta,
- kontrola trdnosti vgrajenega betona z nedestruktivno metodo (površinska tlačna trdnost),
- ugotavljanje dejanskega stanja armature s sondažnimi izseki.

Izdelana je bila tudi statična presoja objekta.

Strokovno mnenje je podalo vzroke o nastankih poškodb in smernice za njihovo sanacijo.

#### 3.3.4.2 Zaključki

##### a Ugotovitve glede armiranja:

- Glavna nosilna armatura je enaka v vseh stebrih tako srednjih, kot krajnih in dvojnih stebrih na dilatacijah, ne glede na to, da je pri srednjih stebrih obremenitev praktično dvakrat večja. Razlikuje se le armatura na tlačni strani in sekundarna armatura, pogojena z obliko prereza.
- Vsa glavna natezna armatura stebra se preklaplja v istem prerezu: iz temelja se palice premera  $\phi 28$  mm končajo na višini ca 3,04 m nad nivojem zunanega tlaka, na višini ca 1,54 m nad nivojem zunanega tlaka pa se začnejo palice, ki se nadaljujejo v konzolni nosilec (na tem mestu se pojavlja najmočnejša razpoka praktično na vseh stebrih). Območje prekrivanja tako znaša ca 150 cm, kar je načeloma zadostna sidrna dolžina, vendar pa so pri tem kršena nekatera bistvena pravila konstruiranja armature:
- Stikovanje posameznih palic s prekrivanjem bi moralo biti med seboj zamaknjeno, še posebej zato, ker je izvedeno v območju velikih upogibnih momentov (v danem primeru je upogibni moment praktično enak po celi višini stebra), (Eurocode 2, točka 8.7.2).



- Območje stikovanja ni v zadostni meri zaščiten s prečno armatura - stremeni. V območju preklopa so vgrajena stremena  $\phi 10/20$  cm (zgoščena stremena  $\phi 10/10$  cm so do ca 1,65 m nad tlakom). Glede na to, da v tem prerezu ni prečnih tlačnih napetosti, bi morala biti vgrajena dodatna prečna armatura. Zgoščena stremena bi morala biti nameščena najmanj še na konceh preklopa vzdolžne armature (Eurocode 2, točka 8.7.4.1).
- Vmesne horizontalne palice v konzolnem nosilcu  $\phi 20/20$  (Poz 17, 18, 19 in 20) ne segajo do zunanega roba vozlišča, temveč se končajo na sredini vozlišča nad stebrom (ca 80 cm od zalednega roba stebra) tako, da ne objamejo vozlišča in nimajo zadostnega sidranja, saj se zaključijo brez zakravitve na zaledni strani stebra. V nadaljevanju teh palic pa so vgrajene le vodoravne palice premera  $\phi 10$  mm. Navedeno potrjujejo tudi preiskave na mestih MM 2 in MM 4.
- Stranske vertikalne palice stebra  $\phi 20$  se v zgornjem vozlišču ravno tako končajo brez zakravitve na vrhu stebra. Preiskava (MM4) je pokazala, da se palice končajo že 38 cm pod zgornjim robom nosilca, kar je še nekoliko nižje od načrtovanega 20 cm odmika od vrha.
- V vozlišču ni predvidena nobena prečna armatura za prevzem prečnih nateznih (cepilnih) sil v smeri pravokotna na ravnino vozlišča (stremena, vezi). Stremena stebra in nosilca se zaključijo na robu vozlišča, po višini vozlišča pa so na zunanjem robu vgrajene le že prej omenjene palice  $\phi 10\text{mm}/20\text{cm}$  U-oblike.
- Znotraj krivitve glavnih nateznic palic  $\phi 28\text{mm}$  v zgornjem vozlišču ni predvidena nobena prečna palica za preprečitev poškodb betona in armature. Iz armaturnega načrta pa tudi ni razviden radij krivljenja teh palic. Da se preprečijo upogibne poškodbe v krivljeni palici bi moral v skladu s standardom EC2 premer krivljenja armature (premer vretena) za palico  $\phi 28$  znašati najmanj  $7\phi$ , to je 19,6 cm. Za preprečitev porušitve betona znotraj krivine palice pa bi moral glede na to, da se palica nahaja blizu površine betona ter, da znotraj krivitve ni prečne palice) znašati cca 43 cm (radij 21,5 cm), kar pa glede na načrte in izsledke preiskav verjetno ni bilo izvedeno. Zahteve so podane v standardu Eurocode2, točka 8.3, Dodatek J, točka J.2.2 (4).
- Na spodnjem (tlačnem) robu konzolnega nosilca je močno zgoščena armatura : 8  $\phi 16$  (Poz 21) iz nosilca in dodatnih 10  $\phi 20$  iz stebra (Poz 30). Posledica tega je bilo verjetno slabo zalitje z betonom na spodnji strani nosilcev, zaradi česar je na več mestih videti že izvedena površinska popravila betona.
- V armaturnem načrtu tribunskih nosilcev ni predviden detajl sidranja montažnih elementov. Tudi dodatna armatura ter sidrne plošče, ki naj bi bile vgrajene v tribunske nosilce in stebre so prikazane samo v načrtih montažnih elementov. Zaradi same organizacije dela je vprašanje ali so bili ti detajli posredovani na gradbišče in ali je bil izvajalec del o vgradnji teh sidrnih elementov v tribunske nosilce pravočasno obveščen. Glede na poškodbe na zgornjih sidriščih fasadnih montažnih stenskih elementov obstaja možnost, da so bili sidrni elementi (jeklene plošče) vgrajeni naknadno z odbijanjem že strjenega betona.

## **b Zaključki terenskih in laboratorijskih preiskav:**

### Vizualni pregled:

- Vsi srednji tribunski stebri (stebri, ki nosijo dvojno obtežbo) so razpokani praktično po celi višini ter preko vozlišča na stiku stebra in konzolnega nosilca. Tipičen razpored razpok je naslednji:
- Horizontalne razpoke po celi višini stebra na zaledni strani objekta - najširše so na zunanji (natezni) strani stebra in se ožajo proti notranji strani, večinoma izginejo na sredini prereza stebra (v območju priključitve montažnih stenskih elementov. Največje razpoke se pojavljajo na višini cca 1,55 m, to je v višini začetka preklopa glavne natezne armature.
- Na nekaterih stebrih se horizontalne razpoke nadaljujejo tudi na drugo stran stebra - notranja (zahodna) stran stebra.
- V zgornjem vozlišču na stiku stebra in konzolnega strešnega nosilca so prisotne poševne razpoke, pri nekaterih je vidna ena širša razpoka, pri drugih več manjših.
- Tanjše razpoke so prisotne tudi na krajnih in vmesnih polovičnih stebrih – izcejanje soli kaže na prisotno lasasto razpoko.
- Razporeditev razpok je praktično na vseh stebrih smiselno enaka, kar kaže na to, da so razpoke posledica določene systemske napake in ne morebitne lokalne pomanjkljivosti.
- Tanjše (lasaste) razpoke so prisotne tudi na konzolnih strešnih nosilcih.



- Mestoma je vidna segregacija betona: na notranji (zahodni) strani stebrov ter na spodnji strani konzolnih nosilcev, mestoma pa tudi na zgornji strani nosilcev.
- Na spodnji strani konzolnih nosilcev je na več mestih izvedeno popravilo površinskih poškodb – največkrat na mestih v bližini stebra. Tu je verjetno zaradi velike zgostitve armature na spodnjem robu nosilca (palice poz. 30) prišlo do slabega zalitja z betonom, kar je bilo naknadno površinsko popravljeno. Kvaliteta teh sanacij ni znana.
- Na obeh dilatacijah (osi 5, 6 in osi 11, 12) so stebri prebarvani z barvo, medtem ko je na ostalih vidni beton, stebra v oseh 6 in 12 pa sta tudi naknadno preplastena z malto. Vzrok za to ni poznan, verjetno pa gre za površinsko sanacijo betona.
- Na mestih zgornjega sidrišča montažnih stenskih elementov v stebre so vidne mehanske poškodbe, ki so bile mestoma že popravljene.
- Med osmi 9 in 10 je viden višinski zamik tlaka – severni del je nižji za 1 cm.

#### Kontrola trdnosti betona:

- Povprečna izmerjena površinska tlačna trdnost betona je 45,92 MPa, raztros pa je 3,33 MPa.
- Na osnovi rezultatov se ocenjuje, da beton ustreza trdnostnemu razredu C 35/45 MPa.

#### Stanje armature:

- izvedenih je bilo 7 sondažnih izsekov,
- V vse preiskane elemente so vgrajene rebraste jeklene armaturne palice,
- Korozije na armaturnih palicah ni bilo zaznati,
- Vgrajena armatura v glavnem ustreza načrtovani: predvideno število in premeri armaturnih palic odgovarjajo predvidenim v armaturnih načrtih,
- Odstopanja pri položaju vgrajenih armaturnih palic. Izmerjena je bial večja zaščitna plast betona do stremen na natezni strani stebrov, ki znaša od 6,5 do 8,5 cm, glede na armaturni načrt pa bi pri centrični vgradnji stremen znašala 4,5 cm. Še večji pa je odklik vertikalnih palic glavne natezne armature  $\phi 28$  od površine betona. Ta znaša glede na os palice od 10,0 do 14,0 cm (po načrtu 6,5 cm), kar zmanjšuje statično višino in s tem nosilnost preza.
- Preiskava (MM4) je pokazala, da se stranska vertikalna palica  $\phi 20$  mm na vrhu zaključí 38 cm pod vrhom AB stebra in ne 20 cm, kot izhaja iz armaturnih načrtov. Domneva – delovni stik ni bil izveden 15 cm nad vrhom temelja, kot je bilo predvideno v projektu, temveč na samem temelju, kamor so bile nato postavljene stranske vertikalne palice. Te se posledično končujejo ca 15 cm nižje, kot je bilo predvideno. Ob dejstvu, da na vrhu stebra ni nobenih dodatnih palic, ki bi objemale vozlišče, omenjeno dejstvo še poslabšuje stanje armiranja vozlišča.





### 3.3.5 ANALIZA KONSTRUKCIJE

#### 3.3.5.1 Statična presoja konstrukcije

Izvedena je bila statična in dinamična analiza konstrukcije z dejanskimi geometrijskimi in materialnimi lastnostmi.

beton	podložni beton	C 8/10
	stebri in konzole	C 35/45
	PVP fasadne in strešne plošče	C 40/50
armatura		B500 B
zaščitna plast	temelji	/ cm
	stebri – natezna armatura	4,5 cm – 12,0 cm
	nosilci	5,0 cm
ojačitve	TKANINA iz enakomerno tkanih, enoosno usmerjenih ogljikovih vlaken (npr MAPEI MapeWrap	E = 230 GPa $f_t \geq 4.800 \text{ MPa}$ $\epsilon_u \geq 2,0\%$ $g \geq 300 \text{ g/m}^2$ $A \geq 130 \text{ mm}^2$
	TRAKOVI (npr MAPE Carboplate E170/50/1.4)	E = 170 GPa $f_t \geq 3.100 \text{ MPa}$ $\epsilon_u \geq 2,0\%$ $A \geq 70 \text{ mm}^2$

#### 3.3.5.2 Standardi

Upoštevani standardi in pravilniki pri projektiranju sanacije:

zunANJI vplivi	EC 1, EC 8
betonske konstrukcije	EC 2, EC8
izračun ojačitev	tehnična smernica CNR-DT 200/2004
sanacija in rekonstrukcija	SIST EN 1504

#### 3.3.5.3 Zunanji vplivi na konstrukcijo

##### a Lastna in stalna obtežba

Za vse konstrukcijske elemente je lastna teža v izračunu upoštevana avtomatsko (računalniški program *Sofistik*) s prostorninsko težo armiranega betona  $\gamma_{\text{bet}} = 25 \text{ kN/m}^3$ .

Vpliv lastne teže PVP plošč (PVP 160) je bil določen s pomočjo nadomestne specifične teže  $\gamma'_{\text{PVP160}} = 16,25 \text{ kN/m}^3$ , ki je bila izračunana glede teže izbrane PVP plošče  $2,60 \text{ kN/m}^2$  in njeno debelino 16 cm.

##### b Sestave konstrukcijskih sklopov

PVC membranska kritina in filc	0,20	kN/m <sup>2</sup>
PVP plošča		
AB konzolni nosilci H: 88÷24 cm, B: 30 cm		

---

<b>SKUPAJ</b>	<b>0,20</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
---------------	-------------	-------------------------

### c Sneg

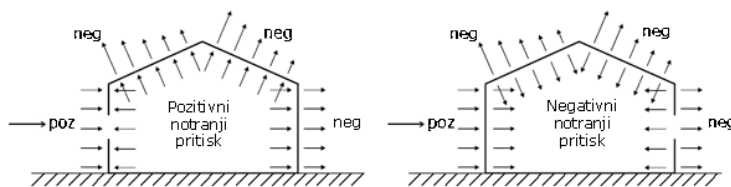
Objekt se nahaja v Ajdovščini, v coni M1 in na nadmorski višini približno 110 m.

- ravna streha  $\mu_1 = 0,8$
- koef. izpostavljenosti:  $C_e = 0,8$  (izpostavljeno vetru),
- toplotni koeficient:  $C_t = 1,0$
- karakteristična obtežba s snegom na tleh  $0,24 \text{ kN/m}^2$

### d Veter

Objekt se nahaja v vetrni coni 3 s temeljno hitrostjo  $30 \text{ m/s}$  (nadmorska višina  $110 \text{ m}$ ) kar pomeni  $0,563 \text{ kN/m}^2$  osnovnega tlaka.

- $w_1 = q_b \times C_d \times C_e(z_e) \times C_p = 0,563 \times 1,0 \times 2,47 \times C_p = 1,39 \times C_p \text{ kN/m}^2$
- osnovni tlak:  $q_b = 0,5 \times \rho \times v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \times 30^2 = 0,563 \text{ kN/m}^2$
- gostota zraka:  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- temeljna hitrost:  $v_{b,0} = 30 \text{ m/s}$  (cona 3, Ajdovščina)
- faktor ktg terena:  $C_e(z_e=6,0 \text{ m, kategorija terena 1}) = 2,47$
- dinamični koeficient:  $C_d = 1,0$



#### Veter prečno iz vzhodne smeri

koeficienti pritiskov na zadnjo steno nadstrešnice (horizontalno delovanje):

- privetrna stran:  $C_{pe} = +0,8$  (tlak)
- zavetrna stran:  $C_{pi} = -0,7$  (srk)
- neugodna komb.:  $C_{p,net} = 0,8 + 0,7 = 1,5 \rightarrow q_{w1H} = 1,39 \times 1,5 = 2,09 \text{ kN/m}^2$

koeficienti pritiskov na streho nadstrešnice (vertikalno delovanje):

- zunanji pritisk:  $C_{pe} = -0,6 \rightarrow q_{w1V} = 1,39 \times (-0,6) = -0,83 \text{ kN/m}^2$  (srk)

#### Veter prečno iz zahodne smeri

koeficienti pritiskov na zadnjo steno nadstrešnice (horizontalno delovanje):

- privetrna stran:  $C_{pe} = +0,8$  (tlak)
- zavetrna stran:  $C_{pi} = -0,7$  (srk)
- neugodna komb.:  $C_{p,net} = 0,8 + 0,7 = 1,5 \rightarrow q_{w1H} = 1,39 \times 1,5 = 2,09 \text{ kN/m}^2$

koeficienti pritiskov na streho nadstrešnice (vertikalno delovanje):

- zunanji pritisk:  $C_{pe} = -1,6 \rightarrow q_{w2V} = 1,39 \times (-1,6) = -2,2 \text{ kN/m}^2$  (srk)
- (Upoštevam za dimenzioniranje stebra in temelja – neugodno delovanje!)

#### Veter vzdolžno (iz severne oz. južne smeri)

koeficienti pritiskov na prvi konzolni steber nadstrešnice (horizontalno delovanje):

- privetrna stran:  $C_{pe} = +0,8$  (tlak)  $\rightarrow q_{w3Ha} = 1,39 \times 0,8 = 1,11 \text{ kN/m}^2$



koeficienti pritiskov na zadnji konzolni steber nadstrešnice (horizontalno delovanje):

- zavetrna stran:  $c_{pi} = -0,7$  (srk)  $\rightarrow q_{w3Hb} = 1,39 \times (-0,7) = -0,97 \text{ kN/m}^2$  (srk)

koeficienti pritiskov na streho nadstrešnice (vertikalno delovanje):

- zunanji pritisk:  $c_{pe} = -1,6$   $\rightarrow q_{w3V} = 1,39 \times (-0,6) = -0,83 \text{ kN/m}^2$  (srk)

koeficienti trenja na strehi nadstrešnice (horizontalno delovanje):

- površina na zunanji strani strehe in zadnje stene:  $c_{fr} = 0,04$  (hrapava ploskev)
- površina na notranji strani strehe in zadnje stene:  $c_{fr} = 0,04$  (hrapava ploskev)
- $\rightarrow q_{w3tr} = 1,39 \times (0,04 + 0,04) = 0,11 \text{ kN/m}^2$  (po eni strani strehe in zadnje stene)

### 3.3.5.4 Potresna obtežba

Račun učinkov potresnih vplivov na konstrukcijo je izveden s pomočjo modalne analize s projektnim spektrom odziva (projektni spekter tipa 1 po EC8) v obeh horizontalnih smereh. Vplivi različnih nihajnih oblik so kombinirani s pomočjo CQC metode, pri čemer vsota efektivnih modalnih mas znaša več kot 90% celotne mase konstrukcije (upoštevanih je bilo 10 nihajnih oblik). Učinki potresnih vplivov zaradi kombinacije horizontalnih komponent potresne obremenitve so bili izračunani po principu  $E_{Edx} + 0,3E_{Eddy}$  oz.  $0,3E_{Edx} + E_{Eddy}$ . Masa, ki je bila upoštevana v modalni analizi, je bila določena po receptu:  $1,0 \times G_{lastna} + 1,0 \times G_{stalna} + 0,30 \times Q_{koristna, streha} + 0,15 \times Q_{koristna, ostale etaže}$ . V primeru računa globalnega modela z modalno analizo s projektnim spektrom odziva je bila upoštevana polovična upogibna togost za stebre in nosilce. Upoštevan je bil tudi vpliv slučajne torzije skladno s standardom EC8. Izbrana je bila III. kategorija pomembnosti objekta.

Lastnosti projektnega spektra po EC8:

- kategorija pomembnosti objekta: III. kategorija ( $\gamma_i = 1,2$ )
- proj. pospešek tem. tal (Ajdovščina):  $0,175 \text{ g} \times \gamma_i = 0,175 \times 1,2 = 0,21 \text{ g}$
- kvaliteta temeljnih tal: B
- faktor obnašanja konstrukcije (DCM):  $q = 3,0$

### 3.3.6 POVZETEK IZRAČUNA

V izračunih je bilo predpostavljeno, da so stebri dobro sidrani v temelje in da ni prišlo do zasuka temelja. V izračun so vnesene dejanske geometrijske in materialne lastnosti, ki so bile podane v strokovnem mnenju.

Na globalnem računskem modelu so bili preverjeni nosilni elementi, tako s statičnega kot tudi dinamičnega vidika. Pri potresni analizi je bil predpostavljena redukcija upogibne togosti vertikalnih elementov (faktor redukcije je 0,5).

Koristna obtežba je postavljena po principu šahovnice. Veter deluje le na stebre in nosilce.

V statičnih izračunih je bila obtežba upoštevana po standardih EC1 in EC8. Dimenzioniranje AB elementov je izvedeno skladno s standardi EC2 in EC8 za armiranobetonske elemente. V statičnem izračunu so bili upoštevani naslednji vplivi: vpliv lastne in stalne teže, spremenljivi vplivi (koristna obtežba), vpliv snega, vplivi vetra, potresni vplivi. Za potresno analizo (modalna analiza s projektnim spektrom odziva) je bil uporabljen projektni spekter tipa 1 po EC8, kvaliteta tem. tal B, projektnim pospeškom temeljnih tal  $0,175 \text{ g}$  in faktorjem obnašanja  $q = 3,0$ . Za statično analizo z obtežbo vetra so bile upoštewane naslednje karakteristike po SIST EN 1991-1-4: temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra  $v_{b,0} = 30 \text{ m/s}$  (cona 3) in III. kategorija terena.



### 3.3.7 POVZETEK REZULTATOV

#### a Kontrola horizontalnih pomikov globalnega modela

Maksimalni horizontalni pomiki se pojavijo v primeru potresnih vplivov. V modalni analizi je upoštevanih 15 nihajnih oblik. Vzbujenega je tako več kot 95% efektivnih mas. Priložen je izpisek računa modalne analize objekta.

Maksimalni pomik celotne se izračuna s pomočjo izračunanega elastičnega pomika modela in redukcijskega faktorja obnašanja za potresne vplive  $q = 3,0$ , po formuli  $u_{x,y} = u_{x,y,el} \times q$ .

	elastični pomik v posamezni smeri	dejanski pomik v posamezni smeri	kombiniran pomik v obeh smereh
<b>maks. pomik v X smeri</b>	5,2 mm	15,60 mm	16,6 mm
prip. pomik v Y smeri	1,8 mm	5,40 mm	
<b>maks. pomik v Y smeri</b>	2,4 mm	7,20 mm	9,2 mm
prip. pomik v X smeri	1,9 mm	5,70 mm	
maks. kombiniran pomik v obeh smereh ( $D_{max}$ )			16,6 mm

\* kombiniran pomik v obeh smereh se izračuna s pomočjo korena vsote kvadratov  $\sqrt{(u_x^2 + u_y^2)}$  posameznega maksimalnega pomika v obravnavani horizontalni smeri in pripadajočega pomika v drugi pravokotni horizontalni smeri

Maksimalni relativni pomik za celoten objekt znaša:

- $H = 4,85$  m
- $\Delta_{max} = 16,6$  mm
- $\Delta_{max,tot} = \Delta_{max} / H = 17 \text{ mm} / 4.850 \text{ mm} = 3,4 \times 10^{-3} \approx 1/300$

Kontrola omejitve etažnih pomikov za nekonstrukcijske elemente iz krhkih materialov (EC8, poglavje 4.4.3.2):

- $h_{et} = 4,85$  m ... etažna višina
- $v = 0,5$  ... redukcijski faktor
- $\Delta_{max,et} = 1 \times (\Delta_{max} / n') / h_1 = 1 \times (17 \text{ mm} / 1) / 4.850 = 0,0034 < 0,005 / v = 0,005 / 0,5 = 0,01$  ✓

#### b Izračunana vzdolžna in strižna armatura

Izračuni izkazujejo zadostno količino vgrajene armature.

Napake na konstrukciji kažejo na nepravilno armiranje, kot je bilo že v strokovnem mnenju omenjeno.

#### c Pomiki

	Uz
1 lastna in stalna obtežba	13,1mm
2 sneg	0,5 mm
3 veter – srk	-5,1 mm
4 veter – tlak	0,0 mm
5 MSU – maksimalni pomik	15,1 mm
5 MSU – minimalni pomik	8,1 mm
maks. vertikalni pomik	15,1mm

## 3.4 POSTOPEK SANACIJE

Pri nameščanju ojačitev na stebre in konzole nadstrešnice ter pri sanaciji razpok na konstrukciji je potrebno upoštevati navodila proizvajalca ojačitev in sanacijskih materialov!

Potrebno je upoštevati navodila za varnost pri delu.

Vrstni red del:

- Sanacija razpok
- Nadvišanje konstrukcije
- Statična sanacija stebrov in konzol
- Zaščita FRP ojačitev pred UV žarki in poškodbami

### 3.4.1 SKLADNOST S STANDARDI SIST EN 1504

Vsi uporabljeni materiali in postopki pri izvedbi sanacije stebrov morajo biti skladni z zahtevami SIST EN 1504-1 do -10.

SIST EN 1504	Proizvodi in sistemi za zaščito in obnovo betonskih konstrukcij – Definicije, zahteve, kontrola kakovosti in ovrednotenje skladnosti
SIST EN 1504-1	Definicije
SIST EN 1504-2	Sistemi za zaščito površine betona
SIST EN 1504-3	Konstrukcijska in nekonstrukcijska popravila
SIST EN 1504-4	Konstrukcijsko povezovanje
SIST EN 1504-5	Injektiranje betona
SIST EN 1504-6	Sidranje armaturne palice
SIST EN 1504-7	Zaščita armature proti koroziji
SIST EN 1504-8	Kontrola kakovosti in ovrednotenje skladnosti
SIST EN 1504-9	Splošna načela za uporabo proizvodov in sistemov
SIST EN 1504-10	Uporaba proizvodov in sistemov na terenu in kontrola kakovosti del

### 3.4.2 SANACIJA RAZPOK

Popravilo razpok v armirano betonskih elementih ali tlakih je potrebno izvesti zaradi vzpostavitve njihove konstrukcijske celovitosti. Za izvedbo potrebujemo izdelke, ki se lahko tako injektirajo, kot tudi vlivajo in zagotavljajo monolitno zlepljenje med razpokanima deloma skozi celoten prerez.

#### 3.4.2.1 Injektiranje epoksidne smole

**Očistimo** prah in umazanijo iz razpok s komprimiranim zrakom.

**Zapolnimo** površino razpoke z epoksidno smolo.

**Namestimo** injekcijske nastavke in jih istočasno pričvrstimo z ustreznimi sredstvi.

**Injektiramo** smolo. Da zagotovimo popolno zapolnitev brez zračnih gnezd pričnemo z injektiranjem v vertikalne razpoke na steni na najnižje vstavljenem injektorskem nastavku vse do iztekanja na naslednjem višje ležečem nastavku in tako vse do popolne zapolnitve razpoke. Pri razpokah na horizontalnih površinah pričnemo z injektiranjem na enem koncu vstavljenih injektorskih nastavkov vse do iztekanja na naslednjem in tako vse do popolne zapolnitve na drugem koncu.

**Odstranimo** injekcijske nastavke.

**Površinsko obdelamo** injekcijske odprtine.

### 3.4.3 STATIČNA SANACIJA STEBROV IN NOSILCEV

Podlaga, na katero bodo lepljene lamele oz. tkanina, mora biti popolnoma čista in suha, trdna in gladka (odstopanja do največ 1 mm). Z ustreznim postopkom peskanja ali mehanskega brušenja je potrebno odstraniti ostanke opaznih olj, umazanijo, olja, masti, lake in/ali barve ter cementno skorjico.

Globinsko poškodovan in/ali kemijsko kontaminiran beton se odstrani z ročnim ali strojnim izsekavanjem ali pa z ustreznim strojnim postopkom hidrodinamične obdelave.

Očistiti je potrebno korodirano armaturo po ustreznem postopku do kovinskega sijaja in jo zaščititi s proti korozijskim premazom na osnovi cementnega veziva s korozijskimi inhibitorji (npr Mapefer ali Mapefer 1K).

Nato se obnovijo betonske površine z ustreznimi premazi. Nanje se skladno z navodili namestijo ojačitvene lamele in tkanine.

Pred namestitvijo ojačitvenih trakov oz. lamel in po sanaciji razpok je potrebno nosilce na skrajnem robu konzole privzdigniti za polovico izvršenega povesa.

- Izračunan poves: 15,1 mm
- Nadvišanje: 7,0 mm

Dejansko nadvišanje se preveri za vsak posamezni nosilec pred namestitvijo trakov.

#### 3.4.3.1 Zaščita ojačitev

Ojačitve iz karbonskih vlaken je potrebno po končanih delih zaščititi z ustreznimi premazi, ki preprečujejo škodljive vplive UV žarkov na ojačitvene trakove in tkanine.

Predlagana rešitev:

- Izravnava površine stebra in konzole z elastično izravnalno maso
- Priprava površine na beljenje
- Beljenje stebra in konzole
- Namestitev pločevinaste horizontalna zaščite konzole

#### 3.4.3.2 Oprema

V projektni dokumentaciji predvidena oprema mora biti od proizvajalcev, ki imajo ustrezne reference in opremo za tovrstne izdelke.

#### 3.4.3.3 Potrdila in certifikati

Vsa dobavljena in vgrajena oprema mora ustrezati veljavnim standardom in predpisom ter zagotavljati ustrezno življensko dobo ter garancijo vgrajene opreme. Vso opremo in njene dele je potrebno vgraditi po projektu. Odstopanje od načina izvedbe posameznih elementov opreme ni dovoljeno brez posvetovanja in odobritve odgovornega projektanta. V kolikor bi prišlo do večjih odstopanj gradbenih izmer ali do težav pri vgradnji opreme, je potrebno nujno obvestiti projektanta in se z njim posvetovati o nadaljnjem postopanju.



## 3.5 RISBE

3.01	Situacija objekta	M 1 : 500
3.11	Pozicijska risba – tlorisi	M 1 : 200
3.12	Pozicijska risba – pogled na nosilno konstrukcijo	M 1 : 200
3.13	Pozicijska risba – stranski pogled na steber s konzolo s katastrom poškodb	M 1 : 50
3.14	Pozicijska risba – prečni prerezi stebrov in nosilcev	M 1 : 50
3.21	Shema upogibnih in strižnih ojačitev stebra – vmesni steber	M 1 : 50
3.22	Shema upogibnih in strižnih ojačitev stebra – krajni steber	M 1 : 50
3.23	Shema upogibnih in strižnih ojačitev stebra – steber ob dilataciji	M 1 : 50