

**DOBER BETON**

svetovanje pri gradnji

Rok Ercegovič, u.d.i.g.

+386 51 41 35 59



PRO - S

Svetovanje pri gradnji Rok Ercegovič s.p.

---

## **Tehnične smernice za vidne betone razreda VB 3 in VB 2**

**prizidek nove telovadnice k OŠ Vižmarje - Brod**

Pripravili:

Rok Ercegovič, univ.dipl.inž.grad.



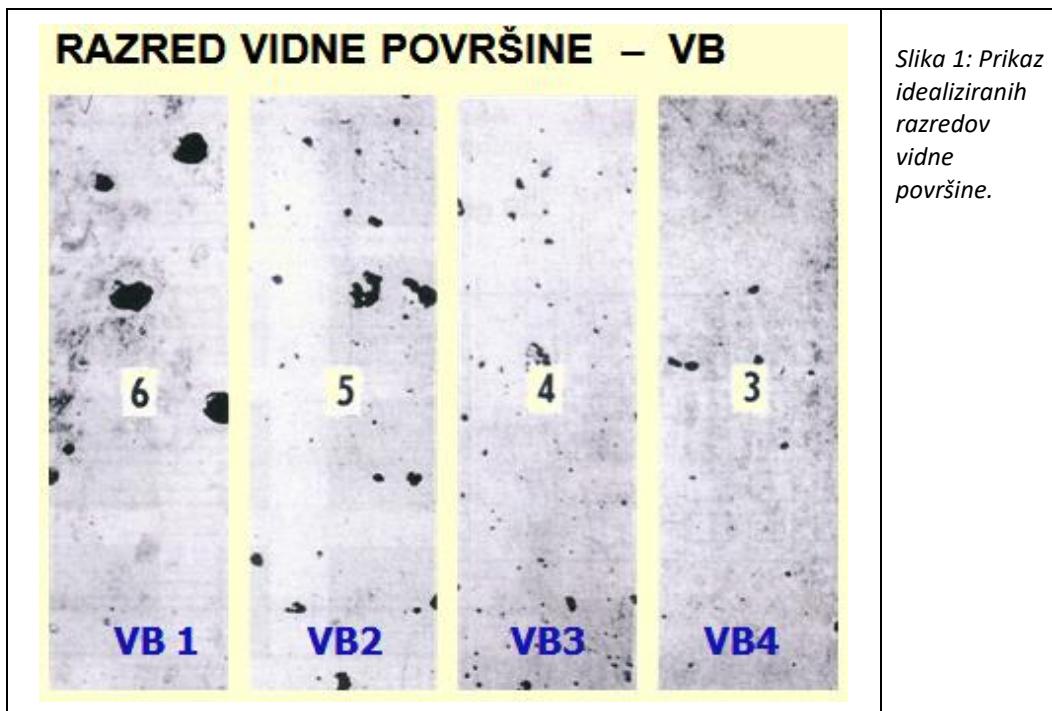
## 1.0 Uvod

Po projektu se za posamezne konstrukcijske prizidka nove telovadnice k OŠ Vižmarje - Brod zahteva, da so izvedeni kot **vidni betoni razreda VB 3 in VB 2**. Izvajanje vidnih betonov zahteva posebne tehnološke ukrepe in bistveno bolj skrbno delo: pri čiščenju opažev, manipulaciji, tesnjenju opažev, nanašanju ločevalnega sredstva, postavljanju opažev, ravnosti in pravokotnosti, vgradnji betona, zgoščevanju betona in negi. Pri gradnji se morajo za vidni beton razreda VB3 uporabiti nove opažne plošče in ustrezen podporni sistem. Za opaže je potrebno med gradnjo ustrezno skrbeti, da se ne poškodujejo (med manipulacijo, sestavljanjem, razstavljanjem, čiščenjem in skladiščenjem). Pri sestavljanju opažev je potrebno uporabljati posebna tesnilna sredstva predpisana s strani proizvajalca opažev (npr. National ali Doka) ali druga, ki ustrezno zatesnijo opaže in so preverjena na testnem poskusnem polju. Uporablja se ločilno sredstvo – emulzijo (npr. Cire E 31 proizvajalca Pieri ali OptiX, proizvajalca Doka) ali drugo, ki jo predlaga proizvajalec opažev in zagotovi vidno betonsko površino razreda VB3 ter je preverjeno na testnem polju.

**Recepture betona morajo biti prilagojene končnemu videzu in zahtevani vidni površini betona VB 3 in VB 2, ustreznega trdnostnega razreda in ustrezne obstojnosti. Ustreznost vsake recepture za vidni beton se preveri na testnem poskusnem polju.**

## 2.0 Vidni beton – razredi in zahteve

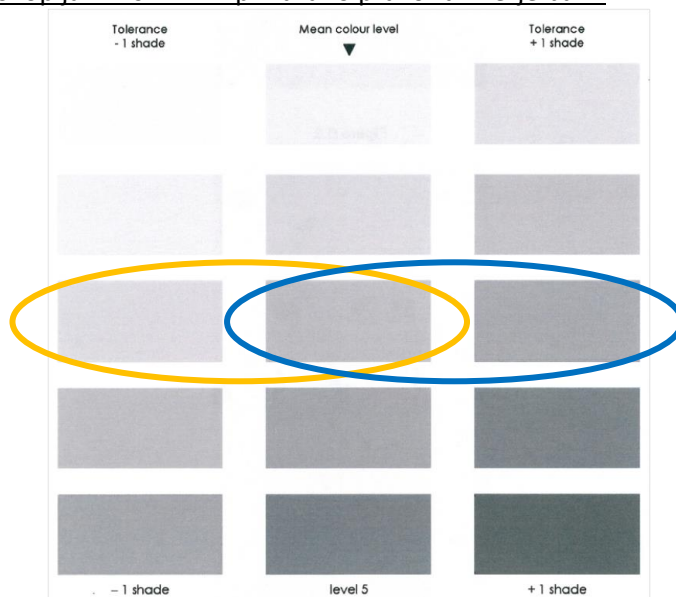
**Na načrtih v prilogi so označeni elementi izvedeni kot vidni beton razreda VB 3 in VB 2.** Vsi vidni betoni morajo biti izvedeni najmanj kot razred vidne površine VB 3 in VB 2 (slika 1), kot je podano v popravku AC standarda SIST EN 13670:2010/A101:2010/AC:2017 preglednica N7 in N8, in s prikazom koncentracije zračnih por/teksture, ravnosti in barve podanimi v tehničnem poročilu SIST-TP CEN/TR 15739.





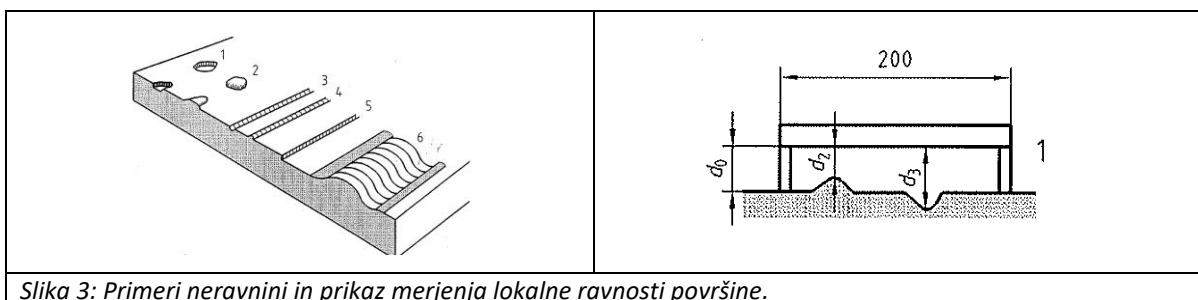
## 2.1 Za vidni betone razreda VB 3 veljajo naslednje zahteve

- Površina brez segregacije, krušenja robov, izcedkov, eflorescence in širših mrežnih razpok na površinskem sloju. Barvno odstopanje dovoljeno po kriteriju C3, zračne luknjice in tekstura po kriteriju T3 in ravnost po kriteriju P3 (kriteriji so podani v standardu SIST-TP CEN/TR 15739). Točka s katere opazovalec opazuje/ocenjuje površino je najmanj 5 m oddaljena od površine betona. Opažena napaka na površini ne sme biti večja od 15 cm<sup>2</sup> pri oddaljenosti opazovalca 5m.
- Barvno odstopanje je dovoljeno po kriteriju C(3)** analogno k CIB grey scale. Dopustno odstopanje med dvema sosednjima površinama na barvni lestvici CIB znaša »1 senčenje« proti »povprečni barvi«. Dopustno odstopanje med dvema NE sosednjima površinama znaša »2 senčenja« proti »povprečni barvi«. Merodajna je originalna lestvica iz standarda SIST-TP CEN/TR 15739 saj na fotokopijah in sliki 2 ni prikazano pravo razmerje barv.



Slika 2: Prikaz CIB Grey scale z označenim primerom ene stopnje senčenja.

- Zračne luknjice in tekstura po stopnji T(3).**
  - Stopnja T(3) predpisuje največjo zračno luknjico površine 0,3 cm<sup>2</sup> (premer 6,18 mm) in globine 2 mm.
  - Stopnja T(3) omejuje skupno površino vseh zračnih luknjic na 2% celotne površine.
  - Stopnja T(3) omejuje koncentrirane zračne luknjice na opazovanem delu površine na največ 5% opazovanega dela površine.
- Ravnost po »prilagojenem/kompromisnem« kriteriju P(3).**
  - Splošna ravnost P(3) predpisuje višinsko odstopanje (neravnino) ≤ 7 mm pri meritvi z ravnorobo letvijo dolžine L=2,0 m.
  - Lokalno ravnost P(3) sli zamik opažne lošče predpisuje višinsko odstopanje (neravnino) ≤ 4 mm pri meritvi z ravnilom / linealom dolžine L=20 cm.



Slika 3: Primeri neravnini in prikaz merjenja lokalne ravnosti površine.

- **Ocena videza** – opazovalec je najmanj 5 m oddaljen od površine betona. Opažena napaka na površini ne sme biti večja od 15 cm<sup>2</sup> pri oddaljenosti opazovalca 5 m. Ocenjevanje vidne površine betona se opravi po izvedenih vsaj nekaj fazah betoniranja in po zaključeni negi betona predvideni v projektu izvajanja betonskih konstrukcij (projekt betona). Ocenjevanje se izvede po postopkih podanih v standardu SIST-TP CEN/TR 15739.
- **Popravila na površini:** Površino je mogoče dodatno fino oprati, fino ali grobo brusiti kar je potrebno predhodno uskladiti z arhitektom, nadzorom in investitorjem. Kjer je smiselno se pred ocenjevanjem videza predhodno izvedejo popravila na tistih površinah, ki ne izpolnjujejo zahtev razreda vidne površine. Popravila se izvede na način in po postopkih s katerimi lahko dosežemo zahtevani razred vidne površine (kozmetika betona). Popravila in postopke ter materiale predpiše tehnolog z ustreznimi izkušnjami iz izvajanja kozmetike betona.
- **Neustrezno izvedene konstrukcije,** konstrukcije, ki ne izpolnjujejo zahteve VB 3 in/ali so neustrezno popravljene se odstrani /poruši in ponovno izvede.

## 2.2 Za vidni betone razreda VB 2 veljajo naslednje zahteve

Vizualni učinek površin razreda VB2 je pomemben, ker se ploskve vidijo in niso barvane! Površina mora biti brez segregacije, krušenja robov in izcedkov cementnega mleka ter brez večjih zračnih luknjic. Barvno odstopanje ni predpisano vendar mora biti barva enakomernih sivih tonov brez večjih odstopanj. Madeži olja, rje in rumena barva prenesena z opažnih plošč ni dopuščena.

- **Zračne luknjice za VB 2, tekstura po stopnji T(2).**
  - Dovoljena je največja površina za zračno luknjico 1,5 cm<sup>2</sup> (premer 13,8 mm) in globine 3 mm.
  - skupno površino vseh zračnih luknjic je omejena na 3% celotne površine.
  - koncentrirane zračne luknjice na opazovanem delu površine so omejene na največ 10% opazovanega dela površine.
- **Ravnost po »prilagojenem« kriteriju P(2).**
  - Splošna ravnost P(2) predpisuje višinsko odstopanje (neravnino) ≤ 12 mm pri meritvi z ravnorobo letvijo dolžine L=2,0 m.
  - Lokalno ravnost P(2) sli zamik opažne lošče predpisuje višinsko odstopanje (neravnino) ≤ 6 mm pri meritvi z ravnilom / linealom dolžine L=20 cm.



- **Ocena videza** – opazovalec je najmanj 5 m oddaljen od površine betona. Ocenjevanje vidne površine betona se opravi po izvedenih vsaj nekaj fazah betoniranja in po zaključeni negi betona predvideni v projektu izvajanja betonskih konstrukcij (projekt betona). Ocenjevanje se izvede po postopkih podanih v standardu SIST-TP CEN/TR 15739.
- **Popravila na površini:** Površino je mogoče dodatno fino oprati, fino ali grobo brusiti kar je potrebno predhodno uskladiti z arhitektom, nadzorom in investitorjem. Kjer je smiselno se pred ocenjevanjem videza predhodno izvedejo popravila na tistih površinah, ki ne izpolnjujejo zahtev razreda vidne površine. Popravila se izvede na način in po postopkih s katerimi lahko dosežemo zahtevani razred vidne površine (kozmetika betona). Popravila in postopke ter materiale predpiše tehnolog z ustreznimi izkušnjami iz izvajanja kozmetike betona.
- **Neustrezno izvedene konstrukcije,** konstrukcije, ki ne izpolnjujejo zahteve VB 2 in jih ni mogoče ustrezno popraviti ali so neustrezno popravljene se odstrani /poruši in ponovno izvede.

## 3.0 Opaži za vidne betone

### 3.1 Velikostenski opažni sistem za vidne betone razreda VB 3

Pri gradnji večnamenske športne dvorane so za posamezne kletne obodne stene telovadnice, hodnike in garderobe, stopniščna jedra ter shrambe pod tribunami predvideni velikostenski opaži (npr. National VH -19 ali Doka Top 50), ki ne puščajo odtisov opažnih okvirjev kot je prikazano na *sliki 4* in kjer je možno predvideti razpored stikov opažnih plošč in opažnih povezovalnih sider opažev. Sestavljanje in tesnjenje velikostenskih opažnih sistemov (National VH -19 ali Doka Top 50) je bistveno bolj zahtevno kot sestavljanje okvirnih opažnih sistemov.

***V kombinaciji velikostenskih opažev je za te elemente predvidena uporaba novih opažnih plošč velikega formata iz vezanega lesa zaščitenih s posebnim premazom – fenolnim filmom (kot na primer vezana plošča Dokaplex proizvajalca Doka ali COMBY proizvajalca National) ali uporaba novih plastificiranih opažnih plošč (npr. plastificirane plošče kot na primer ISOPLY proizvajalca National ali plošča Xface proizvajalca Doka)***

Predlagani opažni sistemi morajo poleg ustreznega sistema podpiranja, vezanja, in primerne kvalitete opažnih plošč vsebovati tudi ustrezen in dovršen sistem tesnjenja. Ta mora biti rešeno sistemsko, za vse možne primere izvajanja. Rešitve pripravi tehnolog proizvajalca opažev. Sestavljanje in tesnjenje velikostenskih opažnih sistemov (National VH -19 ali Doka Top 50) je bistveno bolj zahtevno kot sestavljanje okvirnih opažnih sistemov (slika 4).

Za vidne betonske površine je ključnega pomena zagotoviti popolno tesnjenje opažnih plošč tako med samimi ploščami kot na stiku kjer nalegajo plošče na beton, da se prepreči kakršnokoli iztekanje cementnega mleka. ***Priporočeno je dvojno tesnjenje opažev. Za tesnjenje se obvezno uporabi tesnilne penice, ki se namestijo na notranji strani opažne površine (ob betonu), dodatno se priporoča*** na zunanji strani uporabi še tesnilni kit primeren za tako tesnjenje (akrilni kit).



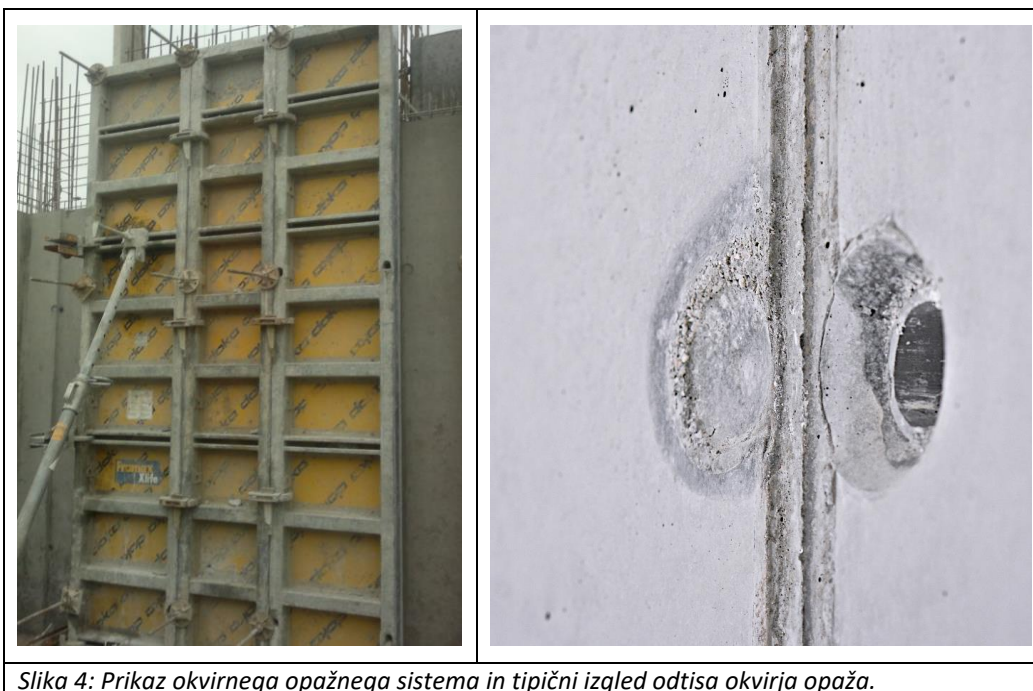
Za razpiranje opažev se uporablja distančnike ustreznih dolžin s končnim konusom na katerega se namesti penasto tesnilno podložko (slika 6) tako, da je zagotovljeno tesnjenje vseh opažnih povezav (npr. Doka ali National tesnila, konusi in »juvidur cevi« za vidni beton).

Velikostenski opažni sistem ne pušča odtisov okvirja opaža v betonu kot okvirni opažni sistem (slika 4), ki je sestavljen iz elementov standardnih dimenzij tako, da ne omogoča učinkovitega kombiniranja opažnih površin in enakomernega prekrivanja površine z opažnimi elementi.

### **3.2 Okvirni opaži za vidne betone razreda VB 2**

#### **Opaži za posamezne notranje kletne obodne stene v prostorih shramb in garderob**

Pri gradnji večnamenske športne dvorane so za notranje stene shramb, tehničnih prostorov in del obodne stene telovadnice predvideni okvirni opaži slika 4 (npr. Framax Frami, Doka ali Sterling National) z novimi opažnimi ploščami oziroma minimalno poškodovanimi opažnimi ploščami. Dopustne poškodbe na rabljenih opažih morajo biti skladne s Preglednico N.9 nacionalnega dodatka SIST EN 13670:2010/A101:2010. Preboji v opažu niso dopustni – lahko so ustrezno popravljeni. Dopustne so luknje v opažu zaradi žičnikov, brez cepitve lesa, dopustne so manjše in plitkejšje praske. Niso pa dovoljene poškodbe zaradi vibratorja in ostanki betona v utorih.



*Slika 4: Prikaz okvirnega opažnega sistema in tipični izgled odtisa okvirja opaža.*

Okvirni opažni sistemi so standardnih dimenzij, ki se lahko kombinirajo. Okvirni opažni sistem pušča odtise okvirja opaža (slika 4). Ker ni praksa, da se medsebojni okvirji opažev tesnijo, morajo biti okvirji opažev ravni, čisti in nepoškodovani, da je zagotovljeno dobro naleganje okvirjev in tesnost opažnega sistema. Iztekanja cementnega mleka iz opaža ni dopustno ker povzroča mesta segregacije in temne madeže. Okvirni opažni sistem se tesni v stiku s ploščo in obstoječo steno po principih tesnjenja, ki jih priporoči proizvajalec opažev.





Za razpiranje opažev se uporablja distančnike ustreznih dolžin s končnim konusom na katerega se namesti penasto tesnilno podložko (slika 6) tako, da je zagotovljeno tesnjenje vseh opažnih povezav (npr. Doka ali National tesnila, konusi in »juvidur cevi« za vidni beton).

Predlagani okvirni opažni sistemi morajo poleg ustreznega sistema podpiranja, vezanja, in ustreznih opažnih plošč vsebovati tudi ustrezen in dovršen sistem tesnjenja. Ta mora biti rešeno sistemsko, za vse možne primere izvajanja. Rešitve pripravi tehnolog proizvajalca opažev. Problematično je tesnjenje standardnih bočnih zapor, zato priporočamo za bočno zapiranje uporabo sistema s spono in zaporo (slika 5). Prav tako je problematično tesnjenje izvedbe vogalov.

### **3.3 Opaž za plošče vidne s spodnje strani razreda VB 2**

Za plošče vidne s spodnje strani je predvideni razred vidnega betona VB 2. Na ploščah vidnih s spodnje strani je potrebno zagotoviti ustrezno ravnost in tesnost med opažnimi ploščami in tudi tesnost med opažem in konstrukcijo (vidnim betonom sten). Preprečeno mora biti kakršnokoli iztekanje cementnega mleka tako na spojih med opažnimi ploščami kot na spojih med opažem in stenami.

Pri gradnji plošče vidne s spodnje strani so predvidene minimalno rabljene in poškodovane klasične rumene opažne plošče (Bled plošče). Dopustne poškodbe za klasične rumene opažne plošče morajo biti skladne s Preglednico N.9 nacionalnega dodatka SIST EN 13670:2010/A101:2010. Preboji v opažu niso dopustni – lahko so ustrezno popravljeni. Dopustne so luknje v opažu zaradi žičnikov, brez cepitve lesa, dopustne so manjše in plitkejše praske. Niso pa dovoljene poškodbe zaradi vibratorja in ostanki betona v utorih. Opažne plošče morajo biti očiščene in brez ostankov cementne koprene in rje na površini.

Izvedba betonske plošče vidne s spodnje strani je problematična zaradi rjavenja armature med izvajanjem del. Pri delih je potrebno pravočasno naročiti minimalno zarjavelo armaturo in jo ustrezno skladiščiti (zagotoviti prezračevanje sklada armature tako, da ne pride do kondenzacije. Dela polaganja armature morajo potekati v ustreznih vremenskih razmerah, armaturo je po potrebi potrebno ščititi pred neugodnimi vremenskimi vplivi, ki pospešujejo rjavenje.

#### ***Za vezanje armature in distančnikov v plošči se za vezanje obvezno uporablja pocinkana žica.***

Armaturo je potrebno čim hitreje položiti in zabetonirati oziroma jo je po potrebi potrebno ščititi med polaganjem pred neugodnimi vremenskimi vplivi. Delati je potrebno v primernih in kontroliranih vremenskih pogojih (ustrezna vremenska napoved) hitro in brez zastojev. Morebitno rjo se iz opažev opere in opaže spiha do suhega, ali samo spiha odvisno od količine rje na armaturi in v opažu.

V primeru neustrezne izvedbe polaganja armature, neustrezno očiščenega opaža, luže rje in prekomerne rje v opažu se celoten strop - spodnjo vidno površino očisti z rahlim strojnim brušenjem (brušenje z žirafo), da se bo odstranila rja in drugi madeži (slika5). Brušenje se ne sme izvesti samo na delu vidne konstrukcije ampak na celotni površini.



*Slika 5: Primeri rje na opažu in betonu po odstranitvi opaža ter čiščenje betona.*

### **3.4 Opažni načrti, tesnjenje opažev in ločevalna sredstva**

#### **Opažni načrti:**

Izvajalec del mora za vidne površine razreda VB 3 in VB 2 izdelati opažne načrte za kar mora angažirati tehnologa opaža, ki bo pripravil opažne načrte s kosovnicami in vsem veznim in pomožnim materialom (tesnilni material). Pred začetkom izvajanja betonskih del morajo biti opažni načrti za vse vidne betonske površine VB 3 in VB 2 usklajeni in potrjeni s projektantom arhitekture.

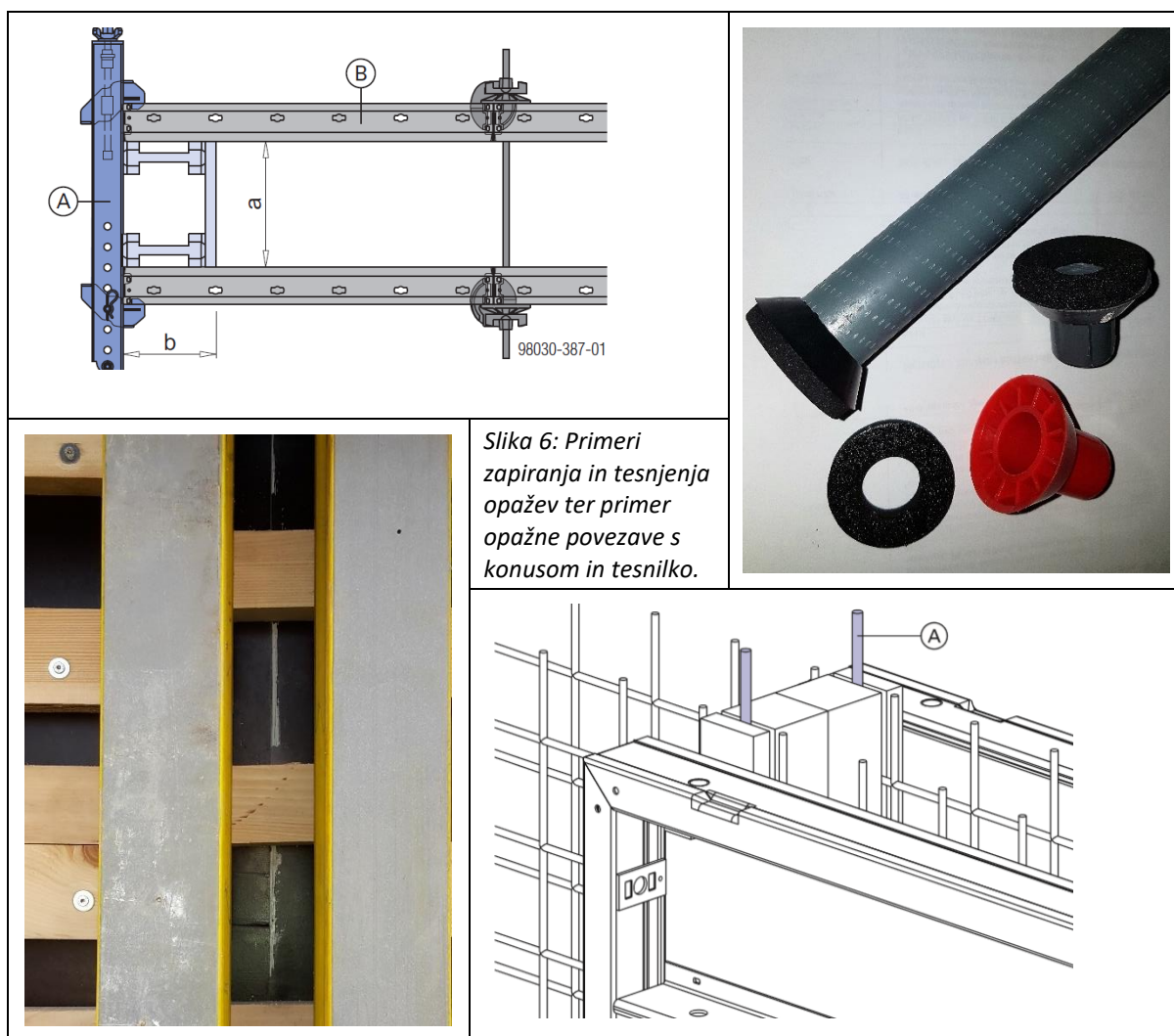
V ceni (del enotnih cen) je potrebno upoštevati projekt opažev, nakup ali najem z novimi opažnimi ploščami. Opažni sistem mora poleg ustreznega sistema podpiranja, vezanja, in primerne kvalitete opažnih plošč vsebovati tudi ustrezen in dovršen sistem tesnjenja za vse konstrukcijske elemente in detajle.





### Tesnjenje:

Sistem tesnjenja mora biti rešeno sistemsko (za vse uporabljene opažne sisteme), za vse možne primere izvajanja tako, da je zagotovljen razred VB 3 in VB 2. Opažni sistem mora biti na vseh stikih in odprtinah tako zatesnjen, da je preprečeno kakršnokoli iztekanje cementnega mleka. Že samo iztekanje vode na opažnih stikih pusti barvno spremembo na površini. **Priporočamo dvojno tesnjenje opažev.** Za zagotavljanje tesnih opažnih stikov se uporabi tesnilne penice na strani betona in dodatno kitanje stika opaža z ustreznim kitom na zunanji zračni strani (slika 6).



Slika 6: Primeri zapiranja in tesnjenja opažev ter primer opažne povezave s konusom in tesnilko.

Pri opažnih povezavah skozi »juvidurke« je obvezna uporaba konusov in podložnih tesnilnih penic tako pri vidnem betonu razreda VB 3 kot VB 2. Dosežena mora biti ravnost zahtevan za razred VB3 tako opažne površine kot stikov med opažnimi ploščami. Dopusten zamik opažnih plošč mora biti manjši od 4 mm kriterij P(3) za razred VB 3. **Vsi robovi stikov opažnih plošč so pravokotni, uporabo trikotnih letev v opažih ni predvidena. Vsako uporabo trikotnih letev v opažih mora predhodno odobriti arhitekt.**



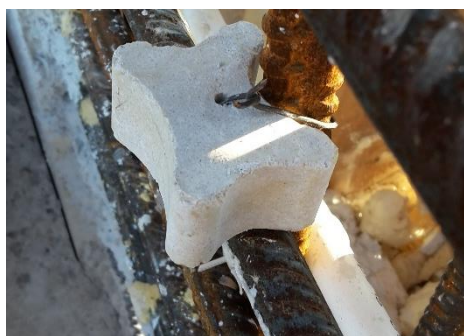
### Ločevalna sredstva opaža:

Pri vidnih betonih razreda VB 3 in VB 2 je zelo pomemben izbor primerne ločevalnega sredstva – emulzije glede na izbrano opažno ploščo. **Za vidne betone priporočamo uporabo emulzij in ne klasičnih opažnih olj.** Priporočamo izvedbo testa na poskusnem polju z več različnimi emulzijami (npr. Cire E 31 proizvajalca Pieri ali OptiX, proizvajalca Doka). Temperatura zraka in še posebej nizke temperature zelo vplivajo na viskoznost ločevalnega sredstva, kar ima za posledico povečano število por na površini. Nanašanje ločevalnega sredstva ima velik vpliv na končni videz. Nanos ločevalnega sredstva se vrši skladno z navodili proizvajalca. Prevelika količina nanešene emulzije na opaž ima za posledice nepravilnosti v barvi betona in povečano število por. Po navadi se emulzije nabrizga na površino s posebno ročno škropilnico, ki deluje pod večjim pritiskom 3 do 5 barov. V primeru prekomernega nanosa se površina enakomerno obriše.

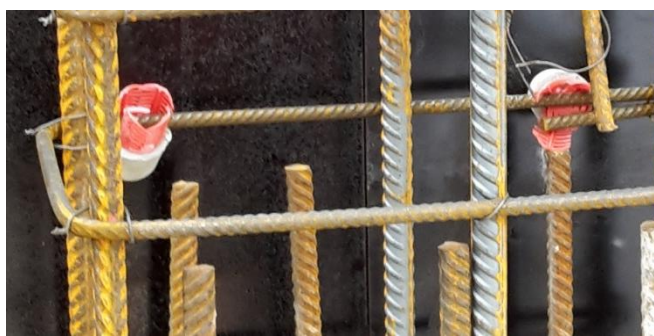
## 3.5 Distančniki armature in vezanje armature ter elektroinštalacijske doze

### Distančniki armatur in vezanje armature:

Za distančnike armature od opažne plošče so na vidni površini zahtevani »metuljčki« (slika 7) zadostne velikosti (npr. dimenzije 55x45x25) iz vlaknocementnega betona, ki se pritrjujejo s pocinkano žico na armaturo. Na vidni površini je prepovedana uporaba plastičnih distančnikov in tudi vlaknocementnih distančnikov, ki se natikajo na armaturo (brez pritrjevanja žice – slika 8) ali so premajhni in premalo nosilni. Količina distančnikov mora biti prilagojena zahtevanemu razredu VB3. Obvezna je tudi uporaba ustreznih distančnikov (dimenzije) med armaturo elementov (razmik armature), ki morajo biti ustrezno gosto razporejeni in pritrjeni na armaturo. **Priporočamo uporabo pocinkane žice za vse vrste vezanja armature in distančnikov.**



Slika 7: Vlaknocementni »metuljček«.



Slika 8: Primer neustreznega distančnika za natikanje..

### Inštalacije in elektroinštalacijske doze:

**Vse doze** (elektro in strojnih inštalacij na vidni površini betona) **morajo biti z ustreznimi pokrovi, da je zagotovljeno tesnjenje in preprečeno zatekanje cementnega mleka v doze.** Če doze nimajo pokrovov je alternativna možnost, da se notranji prostor doze/škatle zapolni z ustrezno po velikosti izrezanim XPS om, ki se namesti v dozo/škatlo.

Doze morajo biti ustrezno nameščene ter pritrjene na armaturo in v opaže tako, da ne prihaja do zamikov in zatekanja cementnega mleka ne teh mestih. Doze morajo biti prilagojene za izvedbo



vidnega betona razreda VB3. Vse strojne in elektro inštalacije morajo biti ustrezno nameščene v opaže. Kasnejši popravki niso možni! Inštalacije morajo biti razporejene tako, da je omogočena ustrezna vgradnja betona in zgoščevanje betona!

**Priporočamo uporabo pocinkane žice za vse vrste vezanja doz in inštalacij na armaturo in opaže.**

## 4.0 Betoni zahteve in faze del

### 4.1 Splošno

**Recepture betona morajo biti prilagojene končnemu videzu in zahtevani vidni površini betona VB 3 in VB 2, ustreznega trdnostnega razreda in ustrezne obstojnosti. Ustreznost vsake recepture za vidni beton se preveri na testnem poskusnem polju.**

Za doseganje vidnih betonov razreda VB 3 in VB 2 mora biti usklajen sistem izvajanja del, postavljanja opažev, betoniranja in nege betona. Minimalni zahtevani trdnostni razred za vidne betone je C30/37. **Največje dopustno vodocementno razmerje za vidne betone razreda VB 3 in VB 2 ne sme presegati vrednosti 0,50 ( $v/c < 0,50$ ). Zato je ne glede na projektirane stopnje izpostavljenosti betona (zunanji ali notranji betoni npr. XC1) za vidne betone razreda VB 3 in VB 2 zahtevan razred izpostavljenosti XC4 tudi za betone v notranjosti zgradbe.**

Vsi zunanji vidni betoni morajo biti vodotesni (XC4, PVII) in zmrzlinško odporni (XF1, NOZT 100).

Betonski tlaki (klančine in betonska tla zunanje ureditve, ...) morajo biti vodotesni in odporni na korozijo zaradi kloridov (XC4, XD3, PV III) in zmrzlinško odporni ob prisotnosti soli (XF4, OPZT-S25). Zahtevano vodocementno razmerje pri betonu XF4 ne sme presegati vrednosti 0,45 ( $v/c < 0,45$ ).

Konsistenčna stopnja vidnih betonov (S3, S4 ali S5) mora biti prilagojena načinu vgrajevanja (klančine – primerno gost beton) in zgoščevanja ter načinu tesnjenja opažev. Izbrana konsistenčna stopnja se med gradnjo ne sme spreminjati. Maksimalno zrno agregata  $D_{max}$  mora biti prilagojeno količini armature in velikosti preseka elementa.

Za doseganje ustrezne kvalitete betona in videza vidnih površin VB 3 in VB 2 je potrebno tekom celotne gradnje zagotavljati enakomerno kvaliteto osnovnih materialov (cement, agregat, dodatki, armatura) in opažev (opažne plošče, distančniki, tesnilni sistem opažev, pomožni material), kot tudi postopkov (nanos ločevalnega sredstva na opaže, način vgrajevanja betona, čas razopaževanja, nega betona, zaščita vgrajenih elementov).

### 4.2 Sestava betona

**Sestave/recepture vidnih betonov pripravi tehnolog z ustreznimi izkušnjami.** Sestave morajo biti prilagojene tako, da zagotavljajo odlično zapolnjevanje opažev in odzračevanje ter s tem omogočajo doseganje zahtevanega razreda vidne površine VB 3 in VB 2. Sestave morajo biti izdelane iz ustreznih materialov. Izbrani cement mora zagotavljati svetlo sivo barvo betona. Priporočen je cement razreda CEM I in CEM II/A (Odsvetujemo uporabo cementa CEM II/B v kakršni koli kombinaciji z



elektrofilterskim pepelom -oznaka V ali W). Efektivno vodoodocementno razmerje v/c je omejeno na največ 0,50 (ta omejitev velja tudi za notranje betone !!) zato je potrebno v sestavi uporabiti hiperplastifikator. Po potrebi se sestavam betona dodajo tudi dodatki proti krčenju. Agregati (prodnati ali drobljeni) morajo biti ustrezne frakcije, čisti/brez nečistoč in konstantne kakovosti (brez nihanj npr. finih delcev) ves čas gradnje.

***Ustreznost sestave betona se preveri na testnem polju, ki se izvede pred prvim betoniranjem.***

***Ustreznost testnega polja in videz površin potrdi arhitekt.***

### **4.3 Beton z omejenim krčenjem**

V prilogi smernic so podani načrti s prikazanimi lokacijami vidnih betonov razreda VB 3 in VB 2. Za vidne betone razreda VB 3 je predvideno, da se pri gradnji uporabljata dve sestavi betona in sicer »običajna« sestava betona in sestava z omejenim krčenjem, ki je namenjena izvedbi dolgih sten v hodnikih.

Za betone z omejenim krčenjem se v sestavo betona doda predvidoma 25 kg ekspanzijskega dotaka Denka CSA in 6- 7 kg dodatka SRA (npr. SRA 100, HaBe) za zmanjšanje krčenja zaradi izsuševanja. Pri tem mora biti vodocementno razmerje sestave v/c < 0,50. Faze betoniranja pri tako modificirani sestavi se lahko izvajajo tako, da ni prekoračeno razmerje višina : dolžini stene = 1:5. Za betone z omejenim krčenjem je obvezno potrebno izvajati konstantno mokro nego v trajanju 14 dni. Mokra nega mora biti konstantna brez vmesnih suhih obdobji. Močenje betonske površine je dovoljeno šele, ko je površina betona ohlajena in ni presežena temperaturna razlika  $\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$  med površino razopažene betonske površine in temperaturo vode s katero se izvaja mokro nego. V vmesnem obdobju je potrebno zagotavljati posebno mokro nego s pršenjem.

### **4.4 Faze betoniranja pri ostalih vidnih betonih**

Pri izvedbi sten je potrebno upoštevati geometrijsko razmerje višina stene / dolžina = 1/1,5 (oz. največ 1:2). Za vse elemente, ki se betonirajo izven tega priporočenega geometrijskega razmerja je potrebno v sestavo betona dodati dodatke za omejevanje krčenja betona.

Priporočamo, da se stene betonira v krajših segmentih po principu betoniranja vsake druge kampade stene. Vmesne izpuščene elemente sten se zabetonira šele, ko je beton predhodne faze dosegel starost betona 14 dni (zaključena mokra nega v trajanju od 8 dni po odstranitvi opažev). Pri tem mora biti upoštevano geometrijsko razmerje višina stene / dolžina = 1/1,5 (oz. največ 1:2). Vse segmente sten pa je obvezno potrebno konstantno mokro negovati najmanj 8 dni po odstranitvi opažev brez vmesnih suhih razdobji.



---

## **4.5 Prefabricirani elementi**

Pri gradnji prizidka nove telovadnice k OŠ Vižmarje - Brod so predvideni tudi prefabricirani elementi in sicer:

- zunanja obloga stene debeline 12 cm z vodoravnim zaključkom,
- zunanje stopnice,
- elementi notranjih tribun in
- notranje rame stopnic s podesti.

Zahtevani razred vidnega betona za prefabricirane elemente je VB 3. Izbrani materiali morajo biti podobni ali enaki kot so za sestave vidnega betona, ki se uporablja za gradnjo ostalih elementov. V sestavah betona za prefabricirane elemente priporočamo uporabo enake vrste cementa in enake količine cementa, da bo zagotovljena enaka barva betona v konstrukciji in prefabriciranih elementih. Po potrebi (odvisno od dimenzij in geometrijskih razmerij) je potrebno v sestavo betona dodati tudi dodatke za zmanjševanje krčenja betona.

Zahteve podane v točki 4.1 in 4.2 veljajo tudi za prefabricirane elemente. *Največje dopustno vodocementno razmerje za prefabricirane elemente (vidne betone razreda VB 3) ne sme presegati vrednosti 0,50 ( $v/c < 0,50$ ). Ne glede na projektirane stopnje izpostavljenosti betona (zunanji ali notranji betoni npr. XC1) je za vse beton za izdelavo prefabriciranih elementov (tudi za betone v notranjosti zgradbe) zahtevana razred izpostavljenosti XC4.*

Beton za zunanjo oblogo stene debeline 12 cm mora biti vodotesen (XC4, PVII) in zmrzlinso odporen (XF1, NOZT 100).

Beton za zunanje stopnice mor biti vodotesni in odporni na korozijo zaradi kloridov (XC4, XD3, PV III) in zmrzlinso odporni ob prisotnosti soli (XF4, OPZT-S25). Zahtevano vodocementno razmerje pri betonu XF4 ne sme presegati vrednosti 0,45 ( $v/c < 0,45$ ).

## **4.6 Notranji tlak**

Za notranje tlake veljajo splošne zahteve za zaključene obdelave pri neopaženi površini podane v preglednici N.5 nacionalnega dodatka SIST EN 13670:2010/A101. Predpisana je enostavna obdelava in ravnost po »prilagojenem« kriteriju P2.

Notranji tlaki se izvedejo s strojnim glajenjem z rotirajočimi gladili. Priporočamo dvojno armiranje notranjih tlakov in spoštovanje sledečih pravil:

Največja dimenzija polja je enaka 25 x debelina tlaka. Upoštevano mora biti tudi razmerje širina : dolžina je 1:1,5 (oziroma največ 1:2) Rezanje navideznih reg spojnic mora biti izvedeno čim hitreje je to mogoče oziroma, ko beton doseže zadostno trdnost, da je rezanje reg možno brez poškodovanih robov. Globine naknadno rezane rege je predvidoma 1/3 debeline tlaka pri tem mora biti prerezana zgornja armatura, širina rege je predvidoma najmanj 4 mm. Tlak mora biti ločen od drugih konstrukcij s XPS trakom debeline 5-8 mm.

Zahteve za beton veljajo enake kot so podane v točki 4.1 in 4.2. *Največje dopustno vodocementno razmerje za betona za tlak ne sme presegati vrednosti 0,50 ( $v/c < 0,50$ ).*





---

## **4.7 Zunanji tlaki**

Zunanji tlaki so metlani beton na rampi in štokani betoni na pokritem vhodu. Za zunanje tlake veljajo splošne zahteve za zaključene obdelave pri neopaženi površini podane v preglednici N.5 nacionalnega dodatka SIST EN 13670:2010/A101. Predpisana je enostavna obdelava in ravnost po »prilagojenem« kriteriju P2.

Zunanji tlaki se izvedejo s strojnim glajenjem z rotirajočimi gladili in pravočasnim metlanjem na predpisanih površinah. Priporočamo dvojno armiranje zunanjih tlakov in spoštovanje sledečih pravil: Največja dimenzija polja je enaka 25 x debelina tlaka. Upoštevano mora biti tudi razmerje širina : dolžina je 1:1,5 (oziroma največ 1:2) Rezanje navideznih reg spojníc mora biti izvedeno čim hitreje je to mogoče oziroma, ko beton doseže zadostno trdnost, da je rezanje reg možno brez poškodovanih robov. Globine naknadno rezane rege je predvidoma 1/3 debeline tlaka pri tem mora biti prerezana zgornja armatura, širina zunanje rege je predvidoma najmanj 6 do 8 mm. Tlak mora biti ločen od drugih konstrukcij s XPS trakom debeline 6 -10 mm.

Beton za dovozno rampo in pokrit vhod mor biti vodotesni in odporni na korozijo zaradi kloridov (XC4, XD3, PV III) in zmrzlinško odporni ob prisotnosti soli (XF4, OPZT-S25). Zahtevano vodocementno razmerje pri betonu XF4 ne sme presegati vrednosti 0,45 ( $v/c < 0,45$ ).

## **4.8 Razpoke**

Kjer je projektirani razred vidne površine betona VB 3 in VB 2 mora biti betonska površina brez segregacije, krušenja robov, izcedkov, eflorescence ter barvno in teksturno usklajena. Priporočene vrednosti omejitve širine razpoke za ustrezne razrede izpostavljenosti so podane v SIST-EN 1992-1-1 v preglednici 7.1N in znašajo 0,4 mm za stopnjo izpostavljenosti X0 in XC1 (notranji elementi) ter 0,3 mm za stopnje izpostavljenosti XC2, XC3 in XC4 (fasadni in zunanji elementi).

Razpoke, ki bi bile moteče zaradi zahteve vidne površine betona VB 3 pa se lahko popravijo z za ta namen pripravljeno neskrčljivo reparaturno malto, ki mora biti barvno usklajena s konstrukcijo. Popravila se izvaja po predhodno izdelanem »Postopku z opisom izvedbe«, ki mora biti predhodno preverjen na testnem polju in odobren s strani arhitekta, nadzora in investitorja.

## **4.9 Izdelava PIBK in kontrola med gradnjo**

Pred pričetkom gradnje mora izvajalec izdelati Projekt izvajanja betonske konstrukcije PIBK skladen s standardom SIST EN 13670 in ga predložiti nadzoru in projektantu v pregled in potrditev! PIBK mora pripraviti strokovno usposobljena oseba z izkušnjami pri izvedbi vidnega betona razreda VB3, kar mora dokazati z referencami (glej točko reference). PIBK mora biti prilagojen gradnja vidnih betonskih površini razreda VB3, vrstam konstrukcije/konstrukcijskim elementom in omejevanju velikosti razpok zaradi krčenja betona.

V PIBK mora biti predpisana tudi nega vidnih površin in trajanje le te, ter obvezna notranja kontrola med izvajanjem del z odvzemom preskušancev na gradbišču. Pri gradnji elementov z vidno površino razreda VB3 je potrebno obvezno upoštevati neugodne vremenske vplive (določijo se skupaj s



tehnologom in so podani v sklopu PIBK, ki ga potrdita arhitekt in nadzor) tako, da se terminski plan gradnje prilagodi tudi možnim neugodnim vremenskim vplivom.

Med gradnjo vidnih betonskih elementov razreda VB3 mora biti vzpostavljena kontrola betona na gradbišču, ki zajema vsakokratno spremljanje vseh dospelih količin betona na gradbišče in korigiranja konsistence po potrebi pred vgradnjo beton ter odvzema potrebnih vzorcev za dokazovanje kakovosti. Vzpostavljena mora biti tudi kontrola ostalih del (opaži, ločevalno sredstvo, postavitve armature, namestitve distančnikov, postavitve elektro doz, potek inštalacij, vgradnja betona, zgoščevanje betona, odstranjevanje opažev nega betona in zaščita pred nadaljnjim delom)

## 5.0 Nega in zaščita

### 5.1 Nega

Vse vidne betonske površine je potrebno ustrezno negovati (del enotnih cen). Način nege betona se predpiše v PIBK zagotovljeno pa mora biti čim manjše krčenje betona zaradi izsuševanja. Predvidoma se nega izvaja s prekritjem filca in folije in se po potrebi moči. Folija ne sme biti nikoli v direktnem kontaktu z vidnim betonom, vedno mora biti vmes filc.

Za vidne betone razreda VB 3 in VB 2 je potrebno izvajati konstantno mokro nego v trajanju 8 dni po odstranitvi opažev. Mokra nega mora biti konstantna brez vmesnih suhih obdobji. Močenje betonske površine je dovoljeno šele, ko je površina betona ohlajena in ni presežena temperaturna razlika  $\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$  med površino razopažene betonske površine in temperaturo vode s katero se izvaja mokro nego. V vmesnem obdobju je potrebno zagotavljati posebno mokro nego s pršenjem.

Za betone z omejenim krčenjem je obvezno potrebno izvajati konstantno mokro nego v trajanju 14 dni. Mokra nega mora biti konstantna brez vmesnih suhih obdobji. Močenje betonske površine je dovoljeno šele, ko je površina betona ohlajena in ni presežena temperaturna razlika  $\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$  med površino razopažene betonske površine in temperaturo vode s katero se izvaja mokro nego. V vmesnem obdobju je potrebno zagotavljati posebno mokro nego s pršenjem.

Nega na vodoravnih površinah zunanji in notranji tlaki se izvaja v trajanju 14 dni predvidoma se nega izvaja s prekritjem filca in folije in se po potrebi moči. Folija ne sme biti nikoli v direktnem kontaktu z vidnim betonom, vedno mora biti vmes filc.

Po končani gradnji vidnih betonskih elementov je potrebno izvesti zaščito vseh vidnih betonskih površin (del enotnih cen), za čas dokončanja gradbenih del, pred poškodbami in neprimernimi posegi (madeži od umazanih rok, pisanje po vidni steni). Še posebej morajo biti zaščiteni pravokotni vogali na vseh »transportnih« poteh, da se prepreči poškodbe v obliki odbitih robov in vogalov. Vse ostale gradbene izvajalce – kooperante, ki sodelujejo pri gradnji je potrebno opozoriti na vidne betonske površine in skrb, da se ne poškodujejo in umažejo do konca gradnje oziroma prevzema!



---

## **5.2    Zaščita notranjih in zunanjih površin**

Po končani gradnji in zaključeni negi se vsi zunanji vidni betoni zaščitijo s hidrofobnim sredstvom na bazi silan/siloxana, ki ne spreminja barve betona (npr. Hydroxi 2000, Pieri).

Vsi notranji vidni betoni se ščitijo z zaščitnim premazom, ki ne spreminja barve betona in deluje proti prašno in proti umazaniji (npr. OS Premium, ali Reckli ali Tao Ultra, HaBe, ki ostane na površini). Notranje betone se ščiti po navodilih proizvajalca, po navadi se premaz izvede čim prej oziroma takoj po zaključeni negi in izvedeni oceni primernosti vidne površine. Morebitni popravki – kozmetika betona morajo biti izvedeni pred nanosom zaščite.

## **6.0    Popravila površine (kozmetika betona) za zagotavljanje razreda VB 3 in VB 2**

Popravila nepravilnosti za doseganje razreda VB 3 (iztekanja, segregacijska mesta, okrušeni robovi...) so dovoljena, če so ustrezno izvedena. Popravila se izvaja po predhodno izdelanem »Postopku z opisom izvedbe«, ki mora biti predhodno preverjen na testnem polju in odobren s strani arhitekta in nadzora.

Za izvajanje popravil se uporablja takšne materiale, da je dosežena barvna usklajenost in enotna tekstura s površino betona.

Za vidne betonske površine razreda VB 3 je predviden gladek videz betonske površine brez naknadne mehanske obdelave. Površina betona, se lahko ročno rahlo pobrusi zaradi poenotenja barve in videza. Če se brusi je potrebno pobrusiti celotno vidno površino sklopa. Takoj po brušenju se površino ustrezno opere in zaščiti z zaščitnim sredstvom na osnovi silana/siloxana, ki zagotavlja visoko stopnjo hidrofobnosti (npr.: Pieri Hxdroxi 2000).

Neustrezno izvedene konstrukcije, konstrukcije, ki ne izpolnjujejo zahteve VB 3 in/ali so neustrezno popravljene se odstranijo in ponovno izvedejo. Lahko se skladno z dogovorom med vpletenimi stranmi dogovori tudi za manjvrednost dela konstrukcije.

### **6.1    Opažne odprtine:**

Opažne odprtine, ki ostanejo na površini kot posledica vezave opaža je potrebno ustrezno zapolniti (del enotnih cen). Odprtine se zapolni po predhodno izdelanem »postopku z opisom izvedbe« z neskrčljivo, ustrezno pripravljeno, polimerno malto namenjeno zunanji uporabi. Način zapolnjevanja opažnih povezav se prikaže na testnem polju, kjer ga potrdi arhitekt in nadzor. Predvideno so delno udrti in zapolnjeni konusi opažnih odprtin kot je prikazano na sliki 9.



Slika 9: Prikaz zapolnjevanja odprtih opažnih povezav.

## 7.0 Izdelava testnega polja

V ceni (del enotnih cen) je potrebno upoštevati izdelavo testnih polj za izbrane sestave vidnih betonov in izbrani opažnih sistemov. Testno polje morajo biti zadosti veliko, npr. stena v približno naravni višini in velikosti 5-6m<sup>2</sup> (zahtevana je proizvodnja vsaj 1m<sup>3</sup> vidnega betona) in izdelana po enaki tehnologiji (opaž, ločilno sredstvo, armatura, distančniki, proizvodnja betona, črpanje, vgrajevanje, zgoščevanje, nega,...) in z enakimi materiali (osnovni materiali, sestava betonske mešanice, opaži, ločilno sredstvo...) kot vidni element na objektu. Ob izvedbi testnega polja se oceni tudi izbrano sestavo betona. Po izvedenem testnem polju se izvede ocene skladno s standardom SIST-TP CEN/TR 15739 in določi/označi referenčno območje na testnem polju velikosti 0,5 do 1,0 m<sup>2</sup>, ki mora ostati ves čas gradnje nedodaknjeno.

Predhodno pred izdelavo testnih polj velikega formata arhitekt in nadzor potrdita sestavo betonskih mešanic za vidne betone na podlagi predloženih manjših vzorcev dimenzije 30x30 cm. Beton mora biti vgrajen vertikalno v vzorec za stene in vodoravno za plošče vidne s spodnje strani. Opažne plošče kalupa morajo biti enake kot se bodo uporabljale pri gradnji. Vzorci se pripravijo za vse vrste različnih opažnih plošč, ki so predviden pri gradnji (Xface in dokaplex).

## 8.0 Reference

**Izvajalec del je lahko podjetje, ki predhodno dokaže reference. Zahteve so naslednje:**

- ***Izvajalec mora izkazati referenco pri realiziranem objektu (stena objekta) z vidno površino betona razreda VB 3 v velikosti vsaj 800 m<sup>2</sup>, ki ni starejša od dveh let.***
- ***Objekt mora biti obvezno narejen s pomočjo veliko stenskih opažev. To so opaži brez okvirjev oziroma opaži, ki ne puščajo odtisov okvirjev v betonu.***
- ***Izvajalec mora za proizvodnjo betona izbrati betonarno z izkazanimi ustreznimi referencami za pripravo vidnega betona razreda VB 3 pri realiziranih vsaj dveh do treh objektih v skupni količini najmanj 500 m<sup>3</sup> vgrajenega vidnega betona razreda VB 3 ali več v zadnjih dveh do***



---

treh letih. Betonarna mora biti tehnično primerna za proizvodnjo vidnih betonov in mora imeti ustrezno usposobljeno osebje za izvajanje takega projekta. Betonarna mora imeti na razpolago usposobljenega laboranta, ki bo ves čas gradnje z vidnim betonom na gradbišču kontroliral beton in po potrebi korigiral konsistenco betona. Betonarna mora imeti na razpolago tudi usposobljeno zamenjavo za laboranta v času bolezni ali dopusta **Zahtevana je konstantna prisotnost laboranta betonarne na gradbišču za izvajanje korekcij betona ves čas gradnje z vidnim betonom!**

- ***Izvajalec mora za izvedbo projekta angažirati tehnologa za vidni beton z izkazanimi referencami pri vsaj treh objektih z vidnimi betonom razreda VB3 ali več skupne velikosti površine najmanj 1000 m<sup>2</sup> in najmanj 500 m<sup>3</sup> količine proizvedenega betona v zadnjih dveh letih.*** Tehnolog za vidni beton bo za izvajalca pripravil PIBK – projekt izvajanja betonske konstrukcije za vidni beton razreda VB3 in mu svetoval pri gradnji ter po potrebi svetoval tudi pri izdelavi ali modifikaciji sestav betona.