

## DEKORATIVNI BETONI



Posebni betoni i tehnologije

1

Dekoratívni betoni spadaju u područje specijalnih betona, te je njihova podjela dosta složena. Pošto su određene vrste dekorativnih betona primjenjive samo u jednoj vrsti konstrukcija, druge se mogu primijeniti na više njih, pa ih je vrlo teško podijeliti prema nekim kriterijima.



2

## DEKORATIVNI BETONI

### PODJELA:

- ARHITEKTONSKI BETONI (s izloženim agregatom)
- ŽBUKE, GIPSEVI, TE "MARBLECRETE" I "SGRAFFITO"
- BOJANI I OBOJANI (s pigmentom) BETONI



### PRIMJENA – interijeri i eksterijeri



4

## ARHITEKTONSKI BETONI

- Čvrstoća, atraktivni izgled i jednostavno održavanje
- Raznolikost tekstura, oblika i uzoraka koji su mogući s betonima
- Brzina i efikasnost konstruiranja betona najčešće umanjuje cijenu rada
- Smanjeno održavanje tijekom životnog vijeka konstrukcije također umanjuje njezinu cijenu
- Vatrootpornost je važan čimbenik u građevinarstvu i beton općenito osigurava viši stupanj osiguranja zbog svojih svojstava

5

## BETONI S IZLOŽENIM AGREGATOM

- arhitekti su spoznali njegove mogućnosti
- dostupnost bolje opreme za obrađivanje
- napredovale su metode konstruiranja
- dostupnost novih materijala

6

### BETONI S IZLOŽENIM AGREGATOM

- Primjena aeranata
- Primjena prirodnog agregata (kvarc, granit, mramor, ...)
- Primjena specijalno proizvedenog agregata (staklo i keramičke ili staklene pločice, ...)
- Veličina agregata može varirati od veličine graška do kamenja veličine šake
- Agregat treba očistiti prije upotrebe
- Treba izraditi testnu panelnu ploču
- Korištenje uniformno graduiranog agregata i "gap-graded" agregata



### BETONI S IZLOŽENIM AGREGATOM

#### METODE PROIZVODNJE PANELA

- Standardna "Face-Down" metoda
- "Sand-bedding" metoda
- "Face-up" metoda
- "Arbeton" ili "Naturebetong" metoda
- "Bushhammering"



### Standardna "Face-Down" metoda

- Oplata se premazuje kemijskim otopinama kako bi se dogodilo vezanje betona na spoju sa oplatom.
- Mješavina betona (po potrebi od bijelog cementa) sa specijalnim agregatom se ugradi u debljini od 2,5 cm ili više. Ovaj beton se vibrira kako bi se mješavina konsolidirala i kako bi agregat došao na površinu (što je u ovom slučaju na dnu).
- Ugrađuje se armatura (po potrebi)
- Ugrađuje se beton drugog sastava. Druga mješavina ima mali slump, zato što je poželjno da izvlači vodu iz prve mješavine, a ugrađuje se do ruba oplate i poravnava.

9

- Sljedeći dan, 20-30 sati kasnije, panel se podiže. Pročelje se brusi i pere kako bi se uklonila cementna pasta.
- Nekoliko tjedana kasnije može se koristiti pranje muriatičnom kiselinom kako bi se pročelje posvijetlilo i kako bi se uklonio zaostali film.
- Kada se panel planira koristiti u području gdje je zagađen zrak, površina se može tretirati čistom akrilnom otopinom.
- Razni uzorci se mogu formirati stavljanjem traka za odvajanje u oplate. Različite boje agregata se mogu stavljati između njih.



### "Sand-bedding" metoda

- Vrsta face-down metode
- Kamenje-agregat veličine od 2,5 - 20 cm kao i kamen za popločavanje se koriste za proizvodnju panela s kamenim pročeljem.
- Koncept ove metode uključuje korištenje agregatnog sloja u donjem sloju oplate- najčešće isti pijesak kao i u betonu - na dubini jednakoj željenoj izloženosti agregata. Debljina sloja varira ovisno o obliku agregata i željenom efektu.
- Pijesak se poravnava, a agregat se ručno utiskuje u njega, dok se ne formira oblik i ne ispuni oplata.



- U slučaju kada se koristi kamen za popločavanje komadi se postavljaju na dno oplate u željenoj orijentaciji i pijesak se utiskuje u sve šupljine na dubinu od oko 2,5 cm.
- Kamen i pijesak se dobro navlaže kako bi se pijesak konsolidirao te se tada mješavina betona polaže na pripremljene slojeve. Beton se veže na kamen i sloj pijeska.
- Kada beton postigne dovoljnu čvrstoću postavlja se vertikalno te se višak pijeska uklanja mlazom vode ili pritiskom zraka.



**“Face-up” metoda**

- Betonska mješavina s minimalno 330 kg/m<sup>3</sup> cementa i maksimalnog slump-a od 8 cm.
- Agregat koji se izlaže trebao bi prije upotrebe biti očišćen i navlažen kako bi se spriječilo upijanje vode iz betona.
- Nakon toga se ručno postavlja agregat tako da se prekrije jednoslojno cijela površina. Treba posvetiti posebnu pažnju pokrivanju rubova kako bi se osigurao uniforman izgled.
- Cementna pasta bi trebala potpuno okruživati i lagano prekrivati sav agregat bez pora ili otvora preostalih na površini.

13

- Nakon polaganja agregata, čim beton može izdržati težinu čovjeka, površina bi se trebala premazati magnezijevom otopinom.
- Nakon toga se usporivač može pošpricati ili nanjeti četkom na površinu (potrebno za velike površine)
- Čišćenje bi trebalo početi čim se mort može ukloniti istovremenim četkanjem i ispiranjem vodom bez pretjeranog pomicanja agregata.

14

**“Arbeton” ili “Naturebetong” metoda**

- Ova novo patentirana metoda razvijena je u Europi gdje se naziva Naturebetong.
- Gruba tkanina se omata oko šipki armature stupa ili se vanjski sloj armature u zidu oblaže tom grubom tkaninom.
- Oplate za betoniranje se postavljaju otprilike 7,5 cm od tkanine.
- Suhi agregat se stavlja između tkanine i oplate nakon čega se betonska mješavina ugrađuje u prostor armature i vibrira kako bi mort iz betona prošao kroz mrežu i agregat do oplate.
- Oplate se uklanjaju rano i površine se pjeskare dok je beton još mlad.
- Otprilike 15 m<sup>2</sup> se može pjeskariti za tri sata sa tri čovjeka.

15

- Beton se mora održavati vlažan. U tu svrhu može se nakon pjeskarenja koristiti sredstvo za njegovanje.
- Agregat koji se koristi za arbeton bi trebao biti veličine zrna 2 - 4 cm. Čak i kada ga proizvođač prethodno opere treba ga ponovno oprati kako bi se uklonile sve sitne nečistoće. Agregati bi se na mjestu ugrađivanja trebali slagati u slojeve kako bi se osigurala uniformnost.
- Kavezi armature se moraju precizno namjestiti kako bi mogli izdržati pritisak svježeg betona. Mogu se prethodno sastaviti i umetnuti na mjesto.
- Mješavina betona se sastoji od 320 kg cementa po m<sup>3</sup>, s 15 cm slump-a čime se postiže čvrstoća od 35 MPa
- Temperatura betona pri ugrađivanju bi trebala biti 15-27 °C.

16

**“Bushhammering”**

- To je proces pri kojim se pneumatskim ili ručnim čekićima uklanja mort i frakture agregata s površine očvrstlog betona kako bi se izradila atraktivna višebojna teksturirana površina.
- Većina grešaka od oplate i manjih površinskih mana se na ovaj način uklanjaju.
- Betonska mješavina bi trebala sadržavati najmanje 340 kg/m<sup>3</sup> cementa i max. v/c omjer 0,49. Slump ne bi trebao biti veći od 10 cm i beton bi trebao biti aeriran.
- Beton ne bi trebao biti podvrgnut obradi („Bushhammering“) dok ne postigne minimum od 80 % njegove 28-dnevne čvrstoće.

17

**PREFABRICIRANE BETONSKE ZIDNE ZAVJESE**

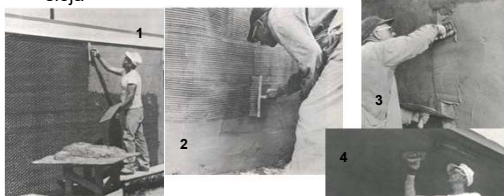
- Betonska zavjesa je predgotovljena, nenoseća konstrukcija vezana na okvir zgrade.
- Služi i kao obrana od vjetera i kao obrana od sunca
- Vlastita težina i opterećenje vjetrom prenose se na okvir na mjestu usidernja
- Postoje dva glavna tipa konstrukcije zidne zavjese: rešetkaste i panelne



18

## ŽBUKA, GIPS, "MARBLECRETE" I "SGRAFFITO"

- Žbuka i gips bi se trebali upotrebljavati u tri, odnosno dva sloja



1. sloj debljine cca 12 mm
2. hrapavljenje
3. "smeđi" sloj
4. završni sloj

19

- Strojno nanošenje žbuke



20

## "MARBLECRETE"

- Marblecrete je tip žbukanja u kojem se nanose dva ili tri sloja žbuke
- Zadnji sloj je od bijelog ili obojanog portland cementa
- Dijelici agregata raznih boja se pneumatski ili ručno utiskuju u potpuno bijeli ili obojani završni sloj do željene dubine
- Sve se premazuje prozirnrom glazurom koja održava boju, učvršćuje agregat i olakšava čišćenje



## SIMULIRANI KAMEN ILI CIGLA

- Izgled simuliranog kamena ili stare cigle postiže se žbukom koja je jeftinija od pravog kamena ili cigle
- Ova metoda zahtjeva standardnu žbuku 1 cm debljine
- Izgled stare cigle postiže se nanošenjem crvenog sloja
- Skidaju se dijelovi površine kako bi se uklonila crvena boja, tako da postane vidljiva siva



21

## "SGRAFFITO"



- Sgraffito je metoda stvaranja raznobojnih artističkih murala grebanjem i izlaganjem različito obojenih slojeva morta
- Boje dizajna se planiraju, npr. koriste se četiri boje: zelena, crvena, plava i crna
- Gdje dizajn predstavlja npr. drvo jabuke, žbuka se ogrebe do zelenog sloja za lišće do crnog za deblo, do crvenog za jabuke, do plavog za nebo ...

23

## BOJANI I OBOJANI BETONI

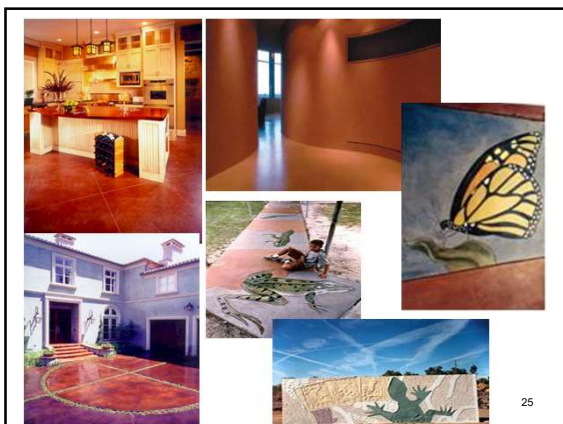
Bojanje betona se može ostvariti na dva načina:

- oslikavanjem – bojani beton, i
- njegovim stvarnim obojenjem.

Stvarno obojenje znači da se boja - PIGMENT doda u betonsku mješavinu.

U Hrvatskoj je korištenje obojanog betona još uvijek na razini opločnjaka, rubnjaka, krovnih pokrova i sličnih prefabriciranih elemenata.

24



25

## PODJELA PIGMENATA

- prema vrsti: prirodni i umjetni (sintetski)
- mogu biti: praškasti, granule, tekući
- sintetski pigmenti:
  - željezni oksidi (crna, smeđa, crvena i žuta boja),
  - titanijev dioksid (bijela),
  - kromov oksid (zeleni),
  - mješani metalni oksidi koji sadrže kobalt (plavi i plavo-zeleni)
  - ugljik (crni).



## DOZIRANJE PIGMENTA

- O željenoj jačini boje ovisiti će količina dodavanja pigmenta.
- Pastelne boje zahtjevati će vrlo malo pigmenta – oko 1,5% na masu cementa,
- Tamnije boje zahtjevati će i do 7-10%
- Točka zasićenja za:
  - crveni željezni oksid je otprilike oko 4%,
  - crni željezni oksid oko 5 %, a
  - žuti željezni oksid oko 7-8 %
- Količina dodanog pigmenta ne smije prelaziti 10% na masu cementa jer se tada umanjuju mehanička svojstva betona

27



28

## TIP CEMENTA

- Normalni cementi koji se upotrebljavaju za beton su sive boje.
- Poznajemo više vrsta cementa; Svaki od njih osim što utječu na karakteristična svojstva betona, imaju i utjecaja u nijansi obojanog betona
- Općenito, što je cement svjetliji, to su i boje svjetlije. Za pastelne nijanse, kao i kada se žele dobiti jači tonovi boja mora se upotrijebiti bijeli cement.



## VRSTA AGREGATA

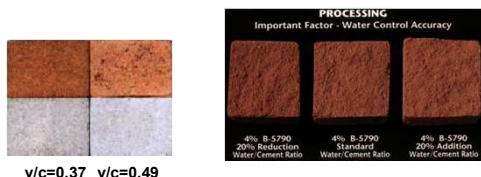
- Agregati imaju najveći udio u betonskoj mješavini, pa zbog toga ne treba zanemariti njihovu ulogu u formiranju boje betona
- Veličina agregata koji se upotrebljava u obojanom betonu će ovisiti o vrsti proizvoda, njegovoj veličini i glatkoći površine koju treba imati



30

### v/c OMJER

Osim što v/c omjer utječe na čvrstoću i druge parametre betona, on znatno mjenja i nijansu boje obojanog betona. Što je veći v/c omjer, to je nijansa boje svjetlija, tj. što je manji v/c omjer to je boja tamnija.



v/c=0,37 v/c=0,49

31

### NJEGOVANJE

U proizvodnji predgotovljenih proizvoda često se koristi ubrzano dozrijevanje betona.

U tim procesima povećavaju se temperature i pritisci za njegu betona, te je potrebno ispitati takvo djelovanje, na boju betona.

Ispitivanjem se došlo do zaključaka:

- što je temperatura viša, manji su silikatni kristali, pa je i boja svjetlija
- što su veći pritisci pare, boja betona je svjetlija
- brže oslobađanje kalupa daje svjetlije nijanse betona



32

### ISCVJETAVANJE



Iscvjetavanje je normalna posljedica reakcije voda-cement. U ovoj reakciji formira se i troši CaO, ali preostaje njegov višak. Ovaj reakcijski proizvod odlaže se u formi prozirnih kristala u porama betonskog produkta bez stvaranja ikakvih problema.

Međutim, čim se beton izloži vremenskim uvjetima, voda prodire u pore betona, otapa CaO i čim se ponovo isušuje otopina soli dolazi na površinu betona putem kapilarnih pora. Na površini prozirni hidroksid reagira s CO<sub>2</sub> iz zraka formirajući CaCO<sub>3</sub> koji stvara bijele kristale na površini, čime smanjuje vidljivu jačinu i mjenja nijansu boje proizvoda.

33

### Diplomski rad – Miroslav Duvnjak

U eksperimentalnom dijelu ispitana su dva betona istih sastava, od kojih je u jedan dodan crni pigment u količini od 3% na masu cementa. Ispitana je tlačna čvrstoća i modul elastičnosti u starosti od 1, 3, 7 i 28 dana.

Cilj je bio zaključiti kako će dodatak crnog pigmenta djelovati na mehaničke karakteristike betona, tj. hoće li crni beton imati manju 28-dnevnu tlačnu čvrstoću i modul elastičnosti od natur betona.

34

### KOMPONENTE

Za izradu betona korišten je :

- **Cement** – PC 30z45S, proizvođača Holcim Koromačno
- **Agregat** – riječni,  $d_{max}=16$  mm, nalazište Ježdovec
- **Pigment** – crni, praškasti, proizvođač ELEMENTIS, doziranje u količini 3% na masu cementa.
- **Superplastifikator** – ViscoCrete-20HE, proizvođač Sika, količina doziranja 0,3% na masu cementa

35

### SASTAV BETONA

natur beton				crni beton			
SASTOJAK	Masa kg	Gustoća kg/dm <sup>3</sup>	Volumen dm <sup>3</sup>	SASTOJAK	Masa kg	Gustoća kg/dm <sup>3</sup>	Volumen dm <sup>3</sup>
Cement CEM II B 42,5	350	3	117	Cement CEM II B 42,5	350	3	117
Voda	157,5	1	157,5	Voda	157,5	1	157,5
Superplast. ViscoCrete 20 HE: 0,3%	1,1	1	1,1	Crni pigment 3%	10,5	5	2,1
Zrak 3%	-	-	30	Superplast. ViscoCrete 20 HE: 0,3%	1,1	1	1,1
Agregat	1840	2,65	694,5	Zrak 3%	-	-	30
<b>Ukupno</b>	<b>2348,6</b>	<b>2,349</b>	<b>1000</b>	<b>Agregat</b>	<b>1835</b>	<b>2,65</b>	<b>692,3</b>
				<b>Ukupno</b>	<b>2354,1</b>	<b>2,354</b>	<b>1000</b>

36

### Svježi beton

KARAKTERISTIKE SVJEŽIH MJEŠAVINA	NATUR BETON - 29.08.2005	
	1. (35L)	2. (50L)
KONZISTENCIJA - SLUMP (cm)	10,6	11,5
KOLIČINA PORA (%)	2,7	2,2
GUSTOĆA (kg/dm <sup>3</sup> )	2,4	2,36
T <sub>betona</sub> (°C)	22	22
T <sub>vođe</sub> (°C)	15	15
T <sub>cementa</sub> (°C)	22	22
T <sub>frakcije 0-4 mm</sub> (°C)	20	20
T <sub>frakcije 4-16 mm</sub> (°C)	20	20
T <sub>frakcije 16-32 mm</sub> (°C)	20	20

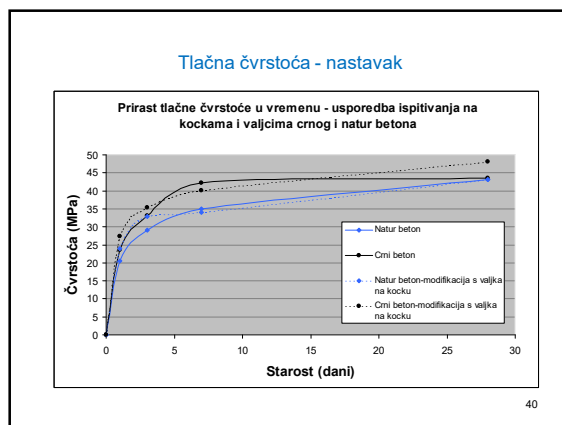
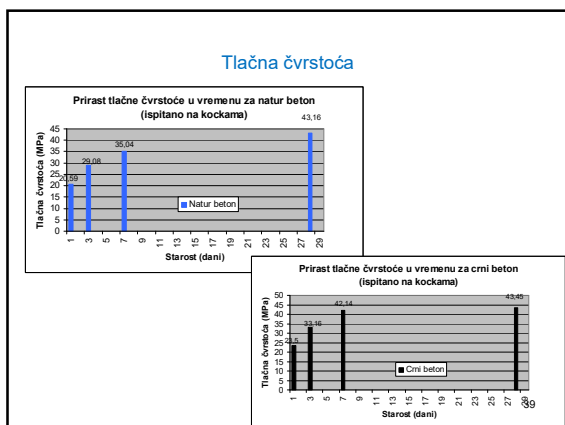
  

KARAKTERISTIKE SVJEŽIH MJEŠAVINA	CRNI BETON - 30.08.2005		
	1. (35L)	2. (35L)	3. (30L)
KONZISTENCIJA - SLUMP (cm)	16,5	16,66	6,83
KOLIČINA PORA (%)	2,6	-	-
GUSTOĆA (kg/dm <sup>3</sup> )	2,4	2,4	2,4
T <sub>betona</sub> (°C)	22	22	22
T <sub>vođe</sub> (°C)	15	15	15
T <sub>cementa</sub> (°C)	22	22	22
T <sub>frakcije 0-4 mm</sub> (°C)	20	20	20
T <sub>frakcije 4-16 mm</sub> (°C)	20	20	20
T <sub>frakcije 16-32 mm</sub> (°C)	20	20	20

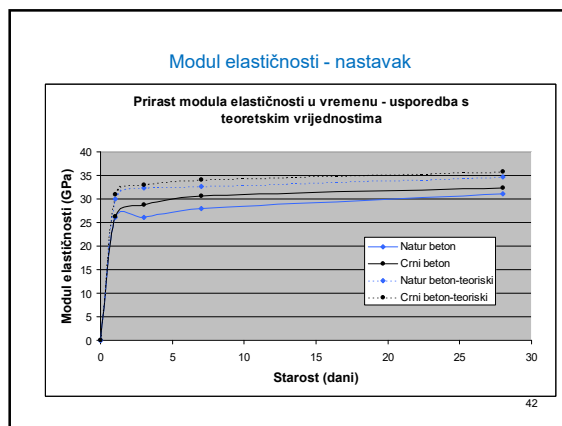
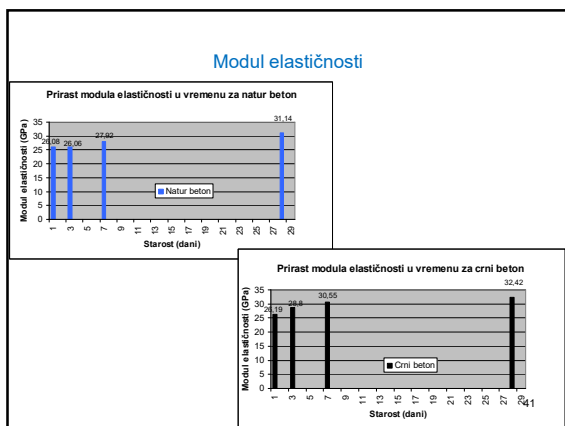
37



38



40



42

### ZAKLJUČAK

- uzorci crnog betona u odnosu na natur beton imaju veće rane čvrstoće
- 28-dnevne čvrstoće približno su jednake za natur i crni beton, pa možemo zaključiti da nema utjecaja na tlačnu čvrstoću dodavanje ovog pigmenta u količini od 3% na masu cementa
- uzorci crnog betona u odnosu na natur beton imaju veći modul elastičnosti u ranijim fazama očvršćavanja
- 28-dnevni moduli elastičnosti približno su isti (neznatno je veći modul elastičnosti crnog betona) pa možemo također zaključiti da dodatak dotičnog pigmenta u ovoj količini ne utječe na modul elastičnosti

43