



**HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA**  
**Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva 2020.**

# Sigurne vodonepropusne građevine bez hidroizolacije

**mr.sc. Donka Würth, dig**

mr.sc. Donka Würth, dipl.ing.građ., Tehničko veleučilište u Zagrebu

mr.sc. Jure Galić, dipl.ing.građ., Tehničko veleučilište u Zagrebu

Domagoj Bakšaj, bacc. ing. aedif., Tehnika d.d., Zagreb

# SADRŽAJ:

- Vodonepropusni objekti
- Uloga betona u bijelim kadama (Weiße Wannen)
- Specifikacije za beton
- Ugradnja betona
- Njegovanje betona
- Plan kontrole izvođenja AB konstrukcije
- Zaključak



# Vodonepropusni objekti

- su objekti kod kojih ab konstrukcija pored funkcije nosivosti ima i funkciju hidroizolacije, te se ova vrsta objekta naziva BIJELE KADE. (izvedeni bez H.I.)
- Od velike je važnosti izvesti dobar detalj spoja vertikalnih i horizontalnih betonskih elemenata, te radne i dilatacijske reške
- Veličine reški smanjiti na minimum (što manje prekida) u skladu sa smjericama
- Vodonepropusni beton je beton koji nema pukotina (VDP 3  $\leq$  15 mm ili VDP 2  $\leq$  30 mm pri pritisku od 5 bara)
- Dozvoljeno je procurivanje vode, ali samo za određene objekte (garaže)
- Primjena betonskih distancera
- Ako su bužiri za instalacije u AB elementu, potrebno je plastiku obložiti brtvama ili primijeniti drugu vrstu materijala



# Uloga betona u bijelim kadama

- Austrijske smjernice za bijele kade - beton  
(Richtlinie "Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen,, Februar 2018)

| Konstruktionsklasse  |                              | Kon <sub>s</sub>                     | Kon <sub>1</sub>                   | Kon <sub>2</sub>                   |                                     |                                     |                                     |  |
|--|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>Mindest-Bauteildicken (m) <sup>1)</sup> abhängig vom Wasserdruck</b>  |                              |                                      |                                    |                                    |                                     |                                     |                                     |  |
| Wasserdruckhöhe  | 0 – 0,25 m                   | ≥ 0,25 m                             | ≥ 0,25 m                           | ≥ 0,25 m                           |                                     |                                     |                                     |  |
|  | 0,25 – 3 m                   | ≥ 0,45 m                             | ≥ 0,25 m                           | ≥ 0,25 m                           |                                     |                                     |                                     |  |
|  | 3 – 5 m                      | ≥ 0,50 m                             | ≥ 0,30 m                           | ≥ 0,30 m                           |                                     |                                     |                                     |  |
|  | 5 – 10 m                     | ≥ 0,60 m                             | ≥ 0,35 m                           | -                                  |                                     |                                     |                                     |  |
|  | 10 – 30 m                    | -                                    | ≥ 0,60 m                           | -                                  |                                     |                                     |                                     |  |
| <b>Maximal zulässige Frischbetontemperatur abhängig von Betonstandard und Bemessungsmodell</b>                       |                              |                                      |                                    |                                    |                                     |                                     |                                     |  |
|  |                              | BS 1                                 | BS 1 PLUS                          | BS 1                               | BS 1 PLUS                           | BS 1                                | BS 1 PLUS                           |  |
|  | Weißer Wanne klassisch       | 22 °C                                | 25 °C                              | 22 °C                              | 25 °C                               | 27 °C                               | 27 °C                               |  |
|  | Weißer Wanne optimiert       | -                                    | 22 °C                              | -                                  | 22 °C                               | -                                   | 22 °C                               |  |
| <b>Maximal zulässige Bauteiltemperatur</b>   |                              |                                      |                                    |                                    |                                     |                                     |                                     |  |
|  | Allgemein                    | 45 °C                                | 45 °C                              | 45 °C                              | 45 °C                               | 55 °C                               | 55 °C                               |  |
|  | Bodenplatte mit Gleitschicht | 50 °C                                | 50 °C                              | 50 °C                              | 50 °C                               | 55 °C                               | 55 °C                               |  |
| <b>Nachweis der Gebrauchstauglichkeit bei überwiegender Lastbeanspruchung</b>  |                              |                                      |                                    |                                    |                                     |                                     |                                     |  |
|  | Rissbreitenbegrenzung auf    | ≤ 0,15 mm                            | ≤ 0,15 mm                          | ≤ 0,20 mm                          | ≤ 0,20 mm                           | ≤ 0,25 mm                           | ≤ 0,25 mm                           |  |
| <b>Nachweis der Gebrauchstauglichkeit bei Zwang aus abfließender Hydratationswärme abhängig vom Bemessungsmodell</b> |                              |                                      |                                    |                                    |                                     |                                     |                                     |  |
|  | Weißer Wanne klassisch       | Abbildung 4-5 und<br>Abbildung 4-6   | Abbildung 4-7 und<br>Abbildung 4-8 | Abbildung 4-7 und<br>Abbildung 4-8 | Abbildung 4-9 und<br>Abbildung 4-10 | Abbildung 4-9 und<br>Abbildung 4-10 | Abbildung 4-9 und<br>Abbildung 4-10 |  |
|  | Weißer Wanne optimiert       | Siehe Kapitel 4.5.2.2 sowie ANHANG 3 |                                    |                                    |                                     |                                     |                                     |  |



# Uloga betona u bijelim kadama

- Smjernice za beton

Tabelle 5-3: *Beispiel: C30/37/BS 1/XF4/XAT-B*

Die Grundanforderungen an Sonderbetone, die durch Tabelle 5-4 für die Betonstandards BS 1 und BS 1 PLUS definiert sind, müssen jedenfalls eingehalten werden.

Tabelle 5-4: Grundanforderungen an Sonderbetone

| Betonstandard  | BS 1                                | BS 1 PLUS                        |                                     |                  |           |
|--|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------|-----------|
| Expositionsklassen   | XW1                                 | XW1                              |                                     |                  |           |
| Sonstige Anforderungen                                       | RRS                                 | RRS                              |                                     |                  |           |
| Anrechenbarer Mindestbindemittelgehalt                       | 260 kg/m <sup>3</sup>               | 260 kg/m <sup>3</sup>            |                                     |                  |           |
| Zement gemäß ÖNORM B 3327-1                                  | ≤ WT 33 C <sub>1</sub> A-frei       | ≤ WT 33 C <sub>1</sub> A-frei    |                                     |                  |           |
| max. Temperaturanstieg im Beton <sup>1)</sup>                |                                     |                                  |                                     |                  |           |
| Eignungsprüfung  | ≤ 20K                               | ≤ 17K                            |                                     |                  |           |
| Konformitäts- bzw. Identitätsprüfung                         | ≤ 21K                               | ≤ 18K                            |                                     |                  |           |
| Gesamtwassergehalt <sup>2)</sup>                             | ≤ 170 l/m <sup>3</sup>              | ≤ 170 l/m <sup>3</sup>           |                                     |                  |           |
| Frischbetontemperatur an der Einbaustelle <sup>3)</sup>      |                                     |                                  |                                     |                  |           |
| Weiße Wanne klassisch  | Kon <sub>1</sub> , Kon <sub>2</sub> | Kon <sub>2</sub>                 | Kon <sub>1</sub> , Kon <sub>2</sub> | Kon <sub>2</sub> |           |
|  | ≤ 22 °C                             | ≤ 27 °C                          | ≤ 25 °C                             | ≤ 27 °C          |           |
| Weiße Wanne optimiert  | –                                   |                                  |                                     |                  |           |
| max. zulässige Bauteiltemperatur <sup>4)</sup>               |                                     |                                  |                                     |                  |           |
| Weiße Wanne klassisch  | Kon <sub>1</sub> , Kon <sub>2</sub> | Kon <sub>2</sub>                 | Kon <sub>1</sub> , Kon <sub>2</sub> | Kon <sub>2</sub> |           |
|  | 45 °C                               | 55 °C                            | 45 °C                               | 55 °C            |           |
| Weiße Wanne optimiert  | –                                   |                                  |                                     |                  |           |
| Ausschallfrist   | ≥ 36 Stunden                        |                                  | ≥ 36 Stunden                        |                  |           |
| Nachbehandlung gemäß   | Kapitel 8.3                         |                                  | Kapitel 8.3                         |                  |           |
| Eignungsprüfung Feisbeton <sup>1)</sup>                      | XW2, XF3, L300                      | XW1, XF3, L300                   | (56) (für die Bodenplatte)          | XW2, XF3, L300   |           |
| erweiterter Eignungsprüfungsnachweis                         | WW klassisch                        | gemäß ANHANG 1                   |                                     |                  |           |
|  | WW optimiert                        | gemäß Kapitel 5.3.5 und ANHANG 1 |                                     |                  |           |
| Konformitäts-, Identitätsnachweis am Feisbeton <sup>1)</sup> | XW2, L300                           | XW1, L300                        | XW2, L300, AF                       | XW2, L300        | XW2, L300 |
| Ausschallfrist   | ≥ 36 Stunden                        |                                  |                                     |                  |           |
| Nachbehandlung gemäß Kapitel 8.3                             | vorgeschrieben                      |                                  |                                     |                  |           |

<sup>1)</sup> Prüfuns nach ÖNORM B 33101, Punkt 9.16 jedoch mit folgenden Ergänzungen:

<sup>2)</sup>  $\leq 185 \text{ l/m}^3$   
 $\leq \text{WT } 33 \text{ C}_1\text{A-frei}$   
 40%

<sup>3)</sup>  $\leq 19 \text{ K}$   
 $\leq 20 \text{ K}$   
 2,5 – 6,5 %

<sup>4)</sup> Kon<sub>1</sub>, Kon<sub>2</sub> Kon<sub>2</sub>  
 $\leq 25 \text{ °C}$   $\leq 27 \text{ °C}$   
 $\leq 22 \text{ °C}$   
 Kon<sub>1</sub>, Kon<sub>2</sub> Kon<sub>2</sub>  
 45 °C 55 °C  
 45 °C

XW2, XF3, L300, BBG, RRS



# Uloga betona u bijelim kadama

Zahtjev za beton u Austrijskim smjernicama:

- deset različitih vrsta betona ( C25/30) s obzirom na razred konstrukcije
- 2 vrste C 30/37 sa ograničenjem minerala C3A u cementu
- cement CEM II/B-L ili minerali dodaci cementu (pepeo, zgura)
- ispitivanje tl. čvrstoće uz 28 i na 56 i 90 dana
- ograničenje temperature svježeg betona (10°C - 22°C max. 27°C)
- ograničenje max. temperature očvrslog betona (45°C do 55°C)
- ograničenje vode  $\leq 170l$



# Specifikacije za beton

## **Primjena posebne vrste betona!!! – projektant (smjernice)**

Beton bez pukotina (beton s malim skupljanjem):

- beton projektiranog sastava ili zadanog sastava
- zadana tlač. čvrstoća, razredi izloženosti, vrsta cementa, količina cementa, količina vode
- cement niske topline hidratacije (bez C3A) ili betoni sa mineralnim dodacima (pepel, zgura)
- krupnija frakcija agregat, manje cementa
- niži v/c faktor, upotreba superplastifikatora, dodataka za smanjeno skupljanje
- ograničenje max. i min. temperature svježeg betona
- ograničenje max. temperature očvrslog betona
- beton dobre obradljivosti, bez izdvajanja vode, segregacije



# Transport betona

## ljeti

- ugradnja, transport u ranim jutarnjim satima
- hladiti mikserne (vodom bubanj)
- vrijeme čekanja miksera smanjiti na minimum
- vrijeme ugradnje od trenutka dodavanja vode ne više od 1,5 sati
- kod dulje ugradnje, potrebno je revibrirati površinu betona



## zimi

- osigurati temperaturu betona višu od 10°C na gradilištu





# Ugradnja betona

- najviše pozornosti na vodonepropusne barijere (brtve, spojna sredstva i cijevi za injektiranje)
- kontinuirana ugradnja, ali u slojevima
- ne smije se ugrađivati beton s visine više od 1 m
- vibrirati dok ne izađu svi mjehurići zraka – homogenost
- podloga i nastavci betoniranja moraju biti čisti



# Ugradnja betona

- betonski distnceri



# Oplata

- Najbolje za beton što duže ostati u oplati
- Minimalno vrijeme 36 sati
- Demontirati oplatu kada kocke za tl. čvrstoću pokažu dovoljnu čvrstoću betona
- Ovisno o temperaturi zraka držati oplatu (hladno-duže; toplo-kraće)
- Kod niskih temperatura osigurati temperaturu zraka minimalno 10°C



Donka Würth



- Preferira se drvena oplata
- Ako se koristi čelična potrebno je zagrijavanje ili hlađenje



# Njegovanje i zaštita betona

- Nakon betoniranja štititi beton minimalno 3 dana od brzog hlađenja i 7 dana od jakog isušivanja
- Otvorene betonske površine –geotekstil + voda ili nanijeti sredstvo za njegu
- Nakon skidanja oplate elemente pokriti i vlažiti 7 dana
- U trenutku skidanja oplate ne smije proći više od 1 sata sa početkom njegoivanja betona vodom
- Voda ne smije direktno doći u dodir s toplim betonom (dispergni mlaz ili geotekstil)



# Njegovanje i zaštita betona

- vertikalne elemente ljeti zaštititi od vrućeg vjetra
- najbolje njegovanje je voda
- curing (sredstvo za njegu) - samo ako je jaki vjetar i na vertikalnim elementima (ako nije moguće s geotekstilom)



# Loša izvedba



# Popravci i sanacija elemenata od betona

## PUKOTINE

- Veće pukotine injektiranjem ako su cijelim presjekom
- Manje – samozacijeljenje (< 0,3 mm) uz prisutnost vode
- Nanošenje premaza ako su površinske

## GNIJEZDA

- Injektiranje, mlazni beton (torkret), površinski premaz

## OŠTEĆENJE TRAKA ZA BRTVLJENJE

- Moguće zamijeniti samo ako su mjesta otvorena, te im je moguće pristupiti



# Plan kontrole izvedbe AB konstrukcije

- Beton – specifikacija (cement, voda, veličina zrna agregata, transport i njegovanje s obzirom na vremenske uvjete)
- Skica radnih polja, dilatacija, faze izvođenja (šahovsko polje)
- Vrstu traka, brtvi za spoj dvaju elemenata (različito je spajanje temeljnih reški, zidova i temelja i samih zidova)
- Vrsta oplata, vrijeme uklanjanja oplata, distanceri – betonski
- **Ako izvođač promjeni tehnologiju izvođenja, vrstu betona, vrstu brtvi, taktove i sl., nadzorni inženjer zajedno s projektantom donosi odluku o bilo kakvoj izmjeni projekta, te daju pisanu suglasnost.**





# Zaključak

- **Izraditi Hrvatske smjernice za vodonepropusne građevine – bijele kade - olakšat će se svim sudionicima u gradnji**
- Projektom propisati zahtjeve, a što se ne propiše smjernice će nadopuniti i definirati
- Izvoditi objekte prema projektu – izmjene mora pratiti nadzorni inženjer, zajedno s projektantom
- Izvođač mora prilagoditi tehnologiju izvođenja projektu
- Izvođač mora izraditi i razraditi Plan izvedbe betonske konstrukcije prema projektu i (budućim) Hrvatskim smjernicama u detalje (trenutno se držati Austrijskih i Njemačkih smjernica)



# Zaključak

- Ponuditi na tržištu gotove projektirane betone za ovu vrstu građevina
- Pažljivo proučiti zahtjeve ove vrste objekta (temp. betona, njegovanje u oplati, njegovanje nakon skidanja oplata)
- Pratiti pažljivo svaki segment izvođenja, s izvedbom svih detalja (detalji su najvažniji)
- Planirati da izvedba ove vrste građevine ima sporiju dinamiku (bez obzira što nema hidroizolacijskih radova)
- **Ako se trenutno projektira prema zahtjevima (kriterijima) Njemačkih i Austrijskih smjernica, tada i beton i tehnologija izvedbe mora biti u skladu sa smjernicama.**



## Literatura:

- Richtlinie "Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen,, Februar 2018, Austrijske smjernice
- Predavanja Moderne tehnologije građenja - BIJELE KADE (Weiße Wannen)- Vodonepropusni betonski elementi- mr.sc. Donka Würth
- „Izvedba podzemnog dijela stambeno poslovne građevine na Laništu bez hidroizolacije” – Ivan Barkučić – diplomski rad 2015.god.
- „Izvedba vodonepropusnih betonskih objekata”-Filip Starčević- diplomski rad 2015.god.



Hvala na pažnji!  
dwurth2@tvz.hr

