

VI. BETON

1. RAZVOJ TEHNOLOGIJE in UPORABE

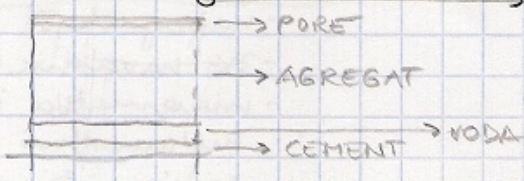
1.1. RIMSKI BETON

- Rimljani apneni malte (dotodanjemu vezivu za zidne konst. - in vodi neobstoju) dodali pucolan in zdrobljeno staro opako
- **RECEPT**: VODA + PESEK + APNO + PUCOLAN + ZDROBLJENA OPEKA
- PUCOLAN = vulkanski pepel (tuj)
 - ↳ najzgodnejša PUTEOLI, COLONIA (Köln), THERA (Santorin)
- RIMSKI BETON (opus cementium) - omogočil - rimski oboki, kupole
 - ↳ predhodnik = gr. način zidave kamnitega zidu - EMPEDOKLON
 - ↳ brez malte; plašč + sredica (neobdelani kosi) povezani s kovinskimi kosi vezmi
- ekonomičnost:
 - čimtanjši zid
 - čimmanj obsega dela
 - zilnvejša nosilnost jedra
 - čimmanj dragih kovinskih vezov
- razvoj zidne konstrukcije
 1. SUHI ZID
 2. FUGIRANI ZID
 3. VOTLI ZID
 4. MONOLITNI ZID V OPAŽU
- Rimljani razvili več različnih konstr. za "votli zid":
 - OPUS INCERTUM (obod iz neregularnih kamnov)
 - OPUS RETICULATUM (obod iz regularnih kamnov / opek - z diagonal. spojnica in piramidnimi profilom)
 - OPUS MIXTUM (obod - kombiniran material - kamen, opaka)
 - OPUS CAEMENTITIUM (CONCRETA - rimski beton; beton brez oboda - lesen opaz)
- vse zidovi ometani, poslikani
- estrihi - podlage za kamen, moznik, opako
- 64 p.n.št. - požar v Rimu → utakouljeno: uporaba negorljivih materialov, omejitve višine na 21 m; samostojnost vsake zgradbe
- široka uporaba betona - posod; izjema so sakralne zgradbe
 - ↳ PANTEON (spec. težje se z višino zmanjšuje), HAGIA SOFIA, (PETROVA CERKEV)
 - ↳ r = 43'3 m; šele v 20. stoletju presegli DVORANA STOLETJA r = 65 m

1.2. MODERNI BETON

- "deset knjig o arh." - Vitruvij 22-14 pr. kr
 - ↳ 1486 → uporabljen v rimski beton → začetek zgodovine modernega betona

- 1. 1/2 19. stol → armatura iz palic kovanega železa
↳ ARMIRAN BETON
- RAZVOJ TEHNOLOGIJE
 - ↳ F. HENEBIQUE - ugotovil najboljšo pozicijo armature v kateri coni
 - ↳ A. PERRET - 1903 - 1. stanovanjska hiša (Pariz) iz SKELETNE KONSTRUKCIJE (stebri, nosilci, plošče)
 - ↳ T. GARNIER - projektiral celo mesto z betonskimi zgradb.
 - ↳ R. MAILLART - most Schwarzenburg (tanke AB plošče, oboki, stebriči)
 - ↳ P.L. NERVI - stadion v Fitencah; športna palača (Rim)
 - ↳ E. FREYSSINET - 1. prakt. razrešil problem prednapenjanja PREDNAPENJANJE - manj materiala, lažji elementi... ^{opera Sydney}
 - ↳ BETONSKÉ KUPOLE (F. CANDOLA, E. SARIEN, NERVI, J. UTZON)
- MESANJE, transport → AVTOMESALEC (1926, ZDA)
- Dviganje betona → žerjavi, žrpanje; po II. s.v. → teh. BRIZGANEGA betona
- OPAZ - drseči opaz
 - ↳ VIDNI BETON (Le Corbusier)
- Beton vli + in SITU v unikaten oblikovan opaz (F.L. WRIGHT)
- PREFABRIKACIJA - že končani elementi na gradbišču falite; spojene



2. DEJAVNIKI KAKOVOSTI

- SPLOŠNO: Beton je sestavljen gradb. material → mešanje VETIVA (cemento), VODE in AGREGATA. Je umetni konglomerat oz. otrodela klesarica veziva in polnila

2.1. VRSTA IN AKTIVNOST CEMENTA

- kakovost cementa prenosoraz. vpliva na kakovost betona, če so ostali faktorji enaki (ZA TRAJNO TRDNOST)

2.2. DOZA CEMENTA

- več cementa v betonu = večja trdnost, obrusna trdnost, vodoneprop., močnejše krčenje / rjženje, ceno
- predpisane min/max vrednosti cementa za posamezne vrste betona (200-300 kg/m³)

2.3. VODOCEMENTNI FAKTOR

- = razmerje med cementom in vodo ($w = v/c$)
- nižji w prinaša visje trdnosti
- manj vode - ni hidratacije (vetave)
- več vode - izhlapevanje (pore!)

2.4. ČISTOČA VODE

- idealna = čista, pitna
- škodljive:
 - organske primesi (mumus, masti, olja...)
 - sulfati (soli) → povečajo volumen
 - kloridi (soli - korodirajo armaturo)
 - mulj (absorbira vel. količine cementa)
- morska voda - zniža trdnost betona za 10%
 - ↳ kloridi → armaturna korozija

2.5. VRSTE AGREGATA

- agregat največji del volumna betona
- pož. lastnosti žaželene:
 - ↳ široka trdnost žna
 - ↳ kem. sestava, ki ne vpliva na vezanje
 - ↳ primer. hrupavost žna
- glede na izvor:
 - ↳ **NARAVNI AGREGAT**
 - najpogostejši
 - za navadne betone (nosilne; visokih trdnosti)
 - magmatski izvor - OK
 - metamorfni - niso primereni
 - sedimenti - različno
 - ↳ **UMETNI AGREGAT**
 - odpad ind. predelave (žindre...)
- glede na pridobivanje:
 - ↳ **DROBLJENI AGREGAT**
 - tolčenec; drobljenji kamna iz kamnolomov
 - hrupava, osterobna
 - ↳ **KOPANI AGREGAT**
 - pogost; gramoznica - **REČNI AGREGAT**
 - OK hrupavost
 - morski, jezerški, jamski → nastali z odlaganjem

2.6. GRANULOMETRIČNA SESTAVA

- izbor razmerij → cilji:
 - ↳ poraba Finnanj cementa (cena)
 - ↳ čimmanj porozen beton
 - ↳ čimvečja trdnost
- velika žna = več cementa = trden beton
- majna žna = manj cementa = manj trden beton
- ↳ najboljše = različno velika žna
- oblika žna ≠ podolgovata, ploščata
- premer max. žna \approx max $1/3$ elementa

2.7. VRSTE DODATKOV

- dodajanje → za kakovost; lažje delo pri vgradnji
- pospeševalci stjevanja betona
- gostilci - manjšajo vodopropustnost (cementol)

2.8. VRSTE ARMATURE

- prevezovanje utega

- Armatura = JEKLO

- 4 VRSTE (armatura)

↳ GLADKE PALICE $\phi 5 - \phi 40$

- mogoče jih je variti

- nima ostrih robov; betonu jo lepo oblije

↳ REBRASTE PALICE (armatura)

- povečana trdnost

↳ BI ARMATURA

- 2 jekleni palici + prečka kvadratnega profila

- elementi obremenjeni za UPOBIP, TORZIJO, NATEG

↳ MREŽASTA ARMATURA



2.9. NAČINI VGRADNJE

↳ 4 NAČINI:

- ROČNO VMETAVANJE za manjše površine
- NAČIPAVANJE po ŽEBOVIH
- VUVANJE po CEVEH
- ORPANJE za MASOVNO BETONIRANJE

↳ pomembno ZGOŠČEVANJE

↳ za čim bolj kompaktno maso

↳ homogeno sestavo v vsej masi

↳ VIBRACIJSKA SREDSTVA (zgoščevanje)

↳ igle, ki se potisnejo v beton

↳ vibratorje, ki se položijo na opaz

↳ vibracijske plošče

↳ vibratorne miče

2.10. KONZISTENCA BETONA

- konzistenca = sposobnost plastičnega oblikovanja svežega betona
- glede na konzist. → PUSTI, PLASTIČNI, TEKLIČI beton

2.11. TEMPERATURA STRJEVANJA

- betonirani - pod 0°C - voda v betonu zmrzne (volumen...)
 ↳ +5 do +30 $^{\circ}\text{C}$ in vsaj +5 še 3-4 dni po vgradnji
- za višaji premiske Zun. temp. :
 ↳ cementi z višjo hidratacijsko toploto
 ↳ posebni dodatki
 ↳ ogrevanje betona
 ↳ zaščita pred mrazom (pokrivanja...)
- pri visoki temp. - voda potrebna za hidratacijo izhlapeva:
 ↳ potrebno dodajati vodo

3. LASTNOSTI BETONA

3.1. MARKA BETONA

- MB je klasična trdnost betona po 28 dneh v N/mm^2
- klas. AB = MB15 ; PREDNAPETI = MB30

3.2. POROŽNOST

- vedno določ. količina por, votlin
- nevarnost = neustrežne oblike, granulometrijske sestave, slabo vgrajevanje
- poroženost → nižja trdnost, večja voda propustnost (mraz...)
 ↳ boljši izolatorji, lažji

3.3. SPREMEMBE VOLUMNA

- raztezanji ni nevarno
- krčenje povzroča RAZPOKE
- zaradi **VLAGE**, **TEMP. SPREMEMB**, **OBREMENTIV**

3.4. KOROZIJA

- AB (1867 začetek)
- korozija armature - sol, žvepel

4. VRSTE BETONOV

betoni za posebne namene
betoni s posebno obdelavo
lahki betoni

4.1. BETONI ZA POSEBNE NAMENE

- za poseb. konstrukcije (ceste, tuneli, podvodo, pregrade, prednapeti...)

4.2. BETONI S POSEBNO OBDELAVO

↳ AERIRANI BETON

- običajna tmes; sračunski mehurčki (pena)

↳ VAKUMIRANI BETON

- površna sušilca betona vakumirajo (vakuum); beton se suši, voda odcedi

↳ ^{PARJENI} PARJENI BETON

- hidratacija pri višji temp. → obdelati s paro

4.3. LAHKI BETONI

- ↳ beton, ki ni konstruktiven (izramave, podi, nenosilni zidovi...)
(Bolj porozni, boljši toplot. izolatorji, manj trdni)

- ↳ MAJHNE PORE (TI; veliko upite vode - zamrzovanja)

VEČJE PORE (slabša TI);

SREDNJE VEČJE = OK

- ↳ POVEČANOST POR

- ↳ POROŽNI AGREGAT

- ↳ 3 VRSTE LAHKIH BETONOV:

- ENOŽRNATI
- LUKNJIČAVI
- BETON z LAHKIM AGREGATOM

↳ ENOŽRNATI

- enožrnati agregat, cement, voda; brez dodatkov
- malo cementa
- za prefabrikatov (blokov); monolitov

↳ LUKNJIČAVI

- drobnozrnat agreg. + cement + voda; mehurčki zraka/plina
- LOČNO:

↳ PLINO BETONI

- SIPOREX (kremenin perst, PC, voda)

↳ aluminijev prst - vitraniplasto strukturo

- blok; plošče...

↳ PENO BETON

- droben perst + voda + cement + penilo (ind. mlt)

- prefabrikati

↳ BETONI Z LAHKIM AGREGATOM

- NARAVNI MINERALNI AGREGATI

- za pripravo lahkih betonov
- plovec, vulkanski pepel, tuf

- UMETNI MINERALNI AGREGATI

- iz žgane glinice → opečni zdrob; ekspandirana glina, glihopor; ekspandirani lapor, perlit...

- ORGANSKI AGREGATI

- lema volna, ostrški, lema volna, vlakna, slama, papir, pluta

5. OPLEMENITENJE BETONA

5.1. OBLIKA

- opaževanji
- pogoste oblike:
 - PLOŠČINSKE (ogradi, rešetke...)
 - T OBLIKE (nosilci, rebra...)
 - VLECENI PROFILI (votlaci...)

5.2. STRUKTURA

↳ GLADKA POVRŠINA

- gladki opaž
- regularen raster stikovanja opaža

↳ PUŠTVI ODTIS

- opaži → komata deska, oblani, letvice

↳ GLOBOKI ODTIS

- posebni opaži

↳ PRANA POVRŠINA

- posut s svež beton z agregatom (barva)

↳ ŠTOKANA POVRŠINA

- kot kamen

5.3. BARVA

- ↳ IZBRANI AGREGAT
 - če se stoka, pere, brusni površina
- ↳ BARVNI CEMENT
 - navadno beli
- ↳ BARVA V MASI
 - blag ton
- ↳ BARVNI PREMAZI
 - obstojni; ščitijo pred korozijo, higroskopičnostjo

5.4. UMETNI KAMEN

- ↳ SPLOJNO: običajno se pravi, da pride do iztrata sicer sestavine + agregat; uporaba za zamenjavo dragega kamna
- ↳ TERACO
 - za obloge tlakov, sten
 - cement + kamena žrta + kamena moka (različ. barv)
 - trden, se ne prahi, ne prepusca vode
 - TERACO ploščice (odporne na žurjal)
- ↳ VENECIJANSKI TLAK
 - med TERACOM in KAMNITIM TLAKOM a la porfido
 - odpadki kamnitih plošč + frage (kamniti mozaik)
- ↳ SALONIT
 - PC + azbestna vlakna + voda
 - kaša → papir → stiskanje v željene oblike
 - ok lastnosti, a stopen azbest → kancerogen