



Jens Mouritsen Møller

PORTLAND

Med ca. 160 deltagere var der tale om ny deltagerrekord for Portland Open, da 2018 udgaven løb af stablen d. 6. juni 2018 i sækkelageret på Aalborg Portland.

Flere af deltagerne var gengangere fra de forrige år, og hvis der var en sådan, kunne der i år uddeles en god snes 5-års nåle. Af nye deltagere var der i år 15 studerende, der forhåbentligt har fået ny viden med hjem i rygsækken, og er blevet inspireret til at dykke ned i betonens forunderlige verden.

For at understøtte de faglige indslag var der igen i år opstillet små arbejdende udstillinger. Herunder en opstilling til undersøgelse af tyndslib, hvor geolog Jakob Lund fra Aalborg Portland underholdte med mikroskopianalyse af beton. Hertil var der opstillet en demonstration af de nye online-versioner af hjælpeværktøjerne **AP Maturity** og **AP TempSim**.

Igen i år var der inviteret en ekstern oplægsholder for at give dagen perspektiv. Ib Bælum Jensen fra Unicon A/S fortalte om den store opgave med at levere beton til den Københavnske **Metro City ring**. Et arbejde der har krævet gode kommunikations- og samarbejdsevner i relation til de mange udenlandske aktører i projektet. Hertil et omfattende arbejde med levering af beton og kvalitetssikring igennem den årelange periode som byggeriet har stået på. Et spændende indblik i et byggeri, der har en størrelsesorden, som sjældent ses i Danmark.

Det fortsatte program stod på faglige indlæg fra medarbejdere ved Aalborg Portland, under følgende emner:

HVAD HAR BETYDNING FOR LUFTINDBLANDING I BETON?, V/ LASSE FRØLICH

Beton indeholder 1-2% luft hidrørende fra blandeprocessen, også kaldet naturligt luft. I Danmark anvender vi derudover

ofte luftblandingsmidler for at øge luftandelen i betonen, med det hovedformål at gøre denne frostsikker.

Luftindblandingsmidler virker ved at reducere vandets overfladespænding og stabilisere luft, der indkapsles i betonen under blanding; luftindblandingsmidlet udvikler altså ikke i sig selv luft i betonen, men fastholder en øget del af den luft, som iblandes.

Ud over frostsikkerhed er der andre fordele ved en stabil og velfordelt luftindblanding i en beton, herunder:

- Forbedret bearbejdélighed
- Forbedret indre stabilitet
- Øget robusthed mod separation af SCC-beton
- Billigere beton.

På Aalborg Portlands laboratorie er der gennemført en række undersøgelser til kortlægning af forskellige parametres indflydelse på luftindholdet i beton:

- **Bearbejdélighed:** Har stærk indflydelse på luftindblanding:
 - **Justering med superplast:** 100 mm højere flyd giver 1,4% mindre luft
 - **Justering med vand:** 100 mm højere flyd giver 3,3% mindre luft
- **Temperatur af cement og beton:** Har ikke væsentlig indflydelse på betonens luftindblanding
- **Restkul i flyveaske:** Har stærk indflydelse på luftindblanding:
 - 1% ekstra restkul giver 1,5% mindre luft
 - 1% ekstra restkul giver 0,24 mm højere afstandsfaktor
- **Filler i sand:** Har nogen indflydelse på luftindblanding.

En stabil luftindblanding er afgørende for betonens robusthed.



OPEN 2018

TØR- OG VÅDSTØBT BETON – TO SIDER AF SAMME SAG?, V/JENS MOURITSEN MØLLER

Beton er vel beton – skulle man mene, men når det kommer til anvendelse af betontechnologi, er der i praksis stor forskel på, om der er tale om vådstøbt eller tørstøbt beton.

Typisk er erfaringen på en fabrik, der laver belægningssten, at man øger betonstyrken ved at dosere mere vand indtil betonen ikke længere er formstabil; dette strider normalt mod erfaringen ved produktion af vådstøbt beton, hvor mere vand netop reducerer betonstyrken.

Med udgangspunkt i teori for estimering af materials styrke som funktion af porøsitet blev Bolomeys og Ryskwitich's formler anvendt på forsøgsresultater til at undersøge hvilke parametre, der er af betydning for styrken afhængig af betontypen. Herudfra kan det konkluderes, at:

- **Vådstøbt beton:**
 - Primær styrkefaktor: v/c-forholdet
 - Sekundær styrkefaktor: komprimering/luftindhold
- **Tørstøbt beton:**
 - Primær styrkefaktor: komprimering/luftindhold
 - Sekundær styrkefaktor: v/c-forholdet.

Pakningsteori og betonens friske egenskaber blev anvendt til at vise principielle forskelle i betonsammensætning de to beton typer imellem, og hvorledes vanddosering af samme årsag indvirker på betonstyrken:

- **Vådstøbt beton:**
 - Pastaoverskud: Højt (10-12%)
 - Vanddosering: reducerer styrken

• Tørstøbt beton:

- Pastaoverskud: Lavt (3-5%)
- Vanddosering: Øger komprimeringsgraden og reducerer luftindholdet.

BETONOVERFLADERS ÆSTETISKE HOLDBARHED, V/SØREN RASMUSSEN

Vi kender det alle: En betonoverflade ser ikke helt ud som ønsket efter en kort årrække. Hvad er årsagen, hvad kan man gøre for at mindske problemet, og hvad gør man, når skaden er sket?

Betonkonstruktioner er generelt produceret for en meget lang levetid, og derfor må man forvente, at den synlige overflade ændrer sig over tid. En accept af dette faktum er et stort skridt på vejen, men viden om de mekanismer, der medfører et uacceptabelt udseende af en betonoverflade, vil i væsentligt grad kunne reducere problematikken.

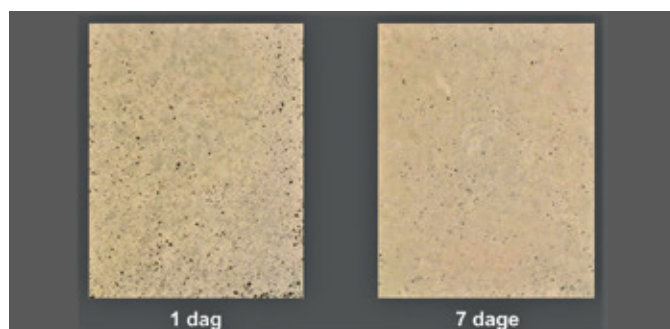
Betonens overflade nedbrydes som tiden går af vind og vejr, hvorved overfladestrukturen åbnes, tilsmudses, og der opstår gode betingelser for begroning. Ældning af betonoverflader:

- **Udfældninger** i form af kalk og jern
- **Nedbrydning** i form af armeringskorrosion, alkali-kiselreaktioner og frost-tø påvirkninger
- **Tilsmudsning** fra luftbårne partikler og trafik
- **Begroning** af alger og andet organisk materiale.

For at imødekomme problemer med betonoverfladers æstetiske ældning, er det vigtigt allerede i projekteringen af et byggeri at forholde sig til de detaljer, der fremmer ovenstående problematikker, men også på at afhjælpe disse i bygningens levetid:



- **Design:** Undgå detaljer der leder vand ned over synlige overflader
- **Produktion:** Fokuser på tætte overflader (lavt v/c-forhold), hvor bla. udtørningsbeskyttelse er vigtig for overfladens fremtidige fremtoning, se figur 1
- **Efterbehandling:** Imprægnering og/eller coating af betonoverflader kan være en udmærket, men også dyr, løsning på udfordringen med at bibeholde en betonoverflades udseende
- **Vedligehold:** Afrensning (vask, højtryksspuling, etc.), kemisk rensning og efterfølgende overfladebehandling, kan anvendes til vedligeholdelse af de fleste betonoverflader.



Figur 1 – Tilstrækkelig lang udtørningsbeskyttelse er af stor betydning for betonoverfladens udseende.

Aalborg Portland har gennem årene arbejdet en del med betonoverfladers æstetiske holdbarhed, se [1] og [2]. Af andet information omkring betonoverflader og holdbarhed, kan de anbefales at se hjemmesiden for forskningsprojektet "Den synlige betonoverflade": www.synligbeton.dk.

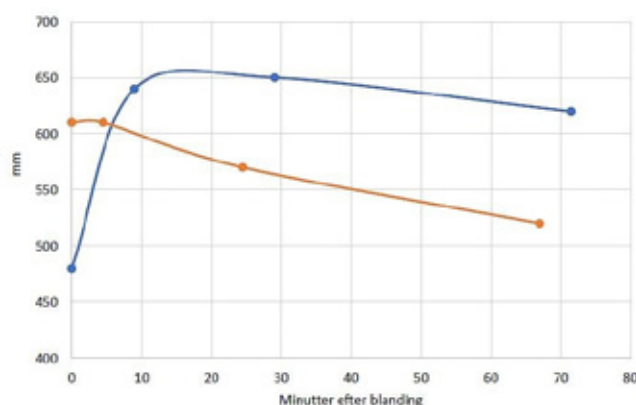
BETONS KONSISTENSUDVIKLING OVER TID, V/ANYA R. KNUDSEN

Til tider ændres betons konsistens sig uhensigtsmæssigt over tid, og kan i visse tilfælde skabe problemer ifm. udstøbning; enten er betonen for stiv, og kan ikke støbes korrekt ud i formen, eller også er konsistensen øget så meget, at betonen er separeret. Årsagerne skal findes i betonsammensætningen,

delmaterialerne, samt i den måde betonen blandes på.

Aalborg Portland har i laboratoriet undersøgt forskellige faktorerers indflydelse på konsistensudviklingen i over tid:

- **Betonens temperatur:** Ændring i udbredelsesmål for en A35 SCC beton fra start til efter 1 time er undersøgt ved betontemperaturer på hhv. 23, 26 og 30°C:
 - Udgangsflydesætmålet påvirkes ikke af temperaturen
 - En betontemperatur op til ca. 26°C udviser "normalt" konsistenstab over tid
 - En betontemperatur over ca. 30°C udviser markant konsistenstab.
- **Samspelet mellem superplastificerende tilsætningsstoffer og cement:**
 - Konsistensudviklingen varierer med doseringsmængden
 - Tendens til efterplastificering ses ved højere doseringer
 - Konsistensudviklingen med samme doseringsmængde varierer afhængigt af cementtypen.
- **Blandesekvens og -tid:**
 - Ved tilsætning af superplasten et stykke tid efter blandedan-det øges effekten og tendensen til efterplastificering reduceres
 - Længere blandetid giver mindre tendens til efterplastifi-cering, se figur 2.



Figur 2 – Blandetidens effekt på betonens konsistensudvikling.



Undersøgelserne af betons konsistensændring over tid og årsager hertil fortsætter i nærmeste fremtid, idet øget viden herom er vigtig i forhold til at kunne rådgive vores kunder.

EFFEKT AF MINERALSKE FILLERMATERIALER I BETON, V/JACOB THRYSSØE

Anvendelse af mineralske fillere til betonfremstilling er vidt udbredt rundt omkring i verden, også i Danmark. Fillere kan have en positiv indvirkning på en række betonegenskaber, herunder: Økonomi, holdbarhed, bearbejdelighed og ikke mindst betonens miljøpåvirkning. I indlægget blev der fokuseret på tre mineralske fillermaterialer: Flyveaske, formalet højovns slagge og kalkfiller.

Flyveaske er et restprodukt fra afbrænding af kul i kraftvarmeværker, og anvendes i stor stil i dansk betonproduktion. Flyveaske reagerer med CaOH_2 fra cementens reaktion med vand i en såkaldt puzzolanreaktion.

- Fordele i beton: God holdbarhed, bedre bearbejdelighed og god styrketilvækst på sene terminer
- Ulemper i beton: Restkul kan påvirke luftindblanding, langsommere styrkeudvikling
- Tilgængelighed: Bliver en mangelvare i fremtiden fordi de kulfyrede kraftværker lukker ned.

Formalet højovns slagge er et bi-produkt fra fremstilling af jern ud fra jernmalm. Slagge har mange af de samme egenskaber som cement, men er kun delvist hydraulisk reaktivt, og er afhængig af reaktionsprodukter fra cements reaktion med vand. Slagge er ikke godkendt til beton i Danmark efter DS 2426.

- Fordele: Gode holdbarhedsmæssige egenskaber ift. chlorid-indtrængning, sulfatbestandighed og alkali-kisel reaktioner
- Ulemper: Medfører øget karbonatisering og øger risikoen for frost-tø skader

- Tilgængelighed: Er som flyveaske i dag en knap ressource i Europa, og afhænger fremadrettet af den europæiske stålproduktion.

Kalkfiller er et kendt naturligt forekommende materiale, som tillades anvendt i betoner op til moderat miljøklasse jf. den nye betonstandard DS/EN 206 DK NA:2018.

- Fordele: Virker stabiliserende, letter glitning og giver lysere betoner
- Ulemper: Har meget ringe styrkegivende effekt, øger vandbehovet og kan være svær at håndtere i silo
- Tilgængelighed: Findes i uanede mængder i den danske undergrund.

Det vurderes, at fillermaterialer kommer til at spille en stor rolle i fremtidens betonproduktion. Enten samformalet med cement hos cementproducenten eller som iblandet betonen på betonværk.

Præsentationer fra Portland Open 2018 kan ses på www.aalborgportland.dk

REFERENCER:

- [1] Mette Geiker, Rensning af betonoverflader, Beton-Teknik 6/09/1984
- [2] Günther Grebin, Betonoverflader, Beton-Teknik 2/10/1991