

FARVEVARIATIONER FOR NYSTØBT BETON

I forbindelse med opførelse af et byggeri kan der til tider opstå uenighed omkring betonoverfladernes visuelle udtryk. Oftest er denne uenighed grundet i farvevariationer, enten indenfor afgrænsede delområder af byggeriet, eller mellem forskellige bygningsdele.

Bygherren er måske ikke helt tilfreds med det visuelle indtryk, på grund af det han mener, er for store forskelle i farver, eller nuancer, hen over betonoverfladen. Samtidigt kan betonleverandøren dokumentere, at der er leveret som aftalt mht. overfladekontur, tolerancer, materialer, etc.

Gennem årene er der skrevet en del materiale omkring betonoverfladers æstetik, herunder hvilke mekanismer der spiller ind under betons ældning, se fx [1], [2] og [3]. Her fokuseres der på betonens senere farveindtryk, men ikke meget om hvorledes farverne kan variere i betonoverfladen på nystøbt beton, altså i tiden umiddelbart efter afformning og frem til aflevering af byggeriet.

Man kan måske sige, at der mangler et formelt aftalegrundlag for at kunne afgøre, om eventuelle farvevariationer på overfladen af nystøbt beton er acceptable eller ej. Det vurderes dog, at et sådant aftalegrundlag vil være meget svært at fastlægge, og måske ikke giver megen mening, idet beton af natur ikke er lige så ensartet i overfladens farveindtryk, som en overflade i fx plast eller en malet overflade. Derfor er det en subjektiv vurdering, om der er uacceptable forskelle i farver og nuancer.

Og det er måske netop denne "stofflighed" der gør, at man foretrækker beton, der i princippet kan kaldes en kunstig sten, hvor der kan accepteres en vis grad af farveforskelle i overfladen, på lige fod med naturlige sten.

I denne artikel beskrives hvorledes farvevariationer typisk optræder på betonoverflader, hvilke mekanismer der ligger bag, samt hvorledes man kan minimere disse og opnå et mere ensartet farveudtryk hen over en nystøbt betonoverflade.

HVILKE FARVEVARIATIONER SER MAN PÅ OVERFLADEN AF NYSTØBT BETON?

Indtrykket af variationer i farve over en nystøbt betonoverflade afhænger af en række faktorer. Herunder om der er tale om almindelig grå beton i forskellig afskygning, hvid beton, indfarvet beton, overfladepræpareret beton, beton præget af et mønster, etc.

Hertil er der stor forskel på i hvilken afstand man betragter betonoverfladen. Forskelle udlijner sig på afstand, hvilket er værd at bemærke ved en afstemning af forventninger. Der

er ikke vedtaget regler for hvorledes man skal forholde sig til afstand, når man betragter farvevariationer af en betonoverflade; er der til gengæld tale om en vurdering af planhed og afsmitning, kan man anvende de regler, der står anført i BIPS 24, kapitel 6.

For at gøre det mere håndgribeligt at identificere farvevariationer i praksis, er typerne af farvevariationer, i denne sammenhæng, inddelt i følgende kategorier:

- Lyse og mørke områder
- Brune misfarvninger
- Andet



På figur 1 er vist betonelementer støbt under tilsyneladende ens betingelser, men med væsentligt forskellige farveindtryk. Her ser man tydeligt, at beton kan optræde i både lyse og mørke fremtoninger fra element til element men også indenfor det samme element.



På figur 2 er vist en hvid bearbejdet betonoverflade, hvorpå der også er lyse og mørke områder, som fanger øjet.



På figur 3 er vist et eksempel på en brun misfarvning. Dette er et fænomen som viser sig i perioder, og optræder på såvel lodrette som vandrette overflader. Den brune farve står i nogen kontrast til betonens andre nuancer i gråt eller hvidt, og er en type af misfarvning, der ofte giver anledning til reklamationer.

HVORDAN FORKLARES FARVEVARIATIONER I EN NYSTØBT BETONOVERFLADE?

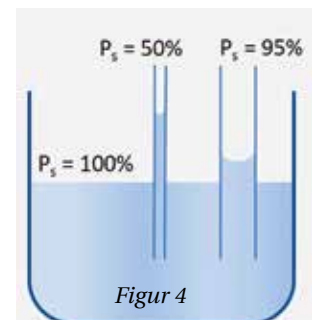
Årsagen til at tilsyneladende ens producerede betonoverflader fremtræder endog meget forskellige, skal søges i de fysiske og kemiske processer, der påvirker betonoverfladen. I denne sammenhæng betragtes:

- Betonoverfladens kapillarporøsitet
- Udfældninger fra betonen til overfladen
- Andre misfarvninger, der ofte skyldes udefrakommende faktorer.

Porøsitet

Beton er som natursten det man kan kalde for et "stofligt" materiale, hvor farveindtrykket af overfladen er afhængigt af, hvorledes lyset brydes i de yderste millimeter af materialet. Dels i de tilslag som betonen består af, dels i små forskelle i cementpastaens kapillarporøsitet, der uundgåeligt varierer hen over betonoverfladen.

Mørke områder har en mere ensartet og tættere porestruktur end de lyse områder. Årsagen skal findes i, at den finere porestruktur i de mørke områder indeholder mere kapillarbundet vand, hvilket er med til at øge absorptionen af lys. Netop her ved gøres området i betonoverfladen mørkere, end hvis der var tale om en relativt grovere porestruktur. De små kapillarporer indeholder vand, også selv om luften over betonoverfladen er relativ "tør". Dette skyldes, at vandets ligevægtsdamptrykket i porerne er lavere end 100% fugtighed og det derfor ikke fordamper, se figur [4].



For en nystøbt beton er temperatur og luftfugtighed i overfladen afgørende for, hvorledes porestrukturen udvikles. Generelt gælder det at:

- **Høj temperatur og lav fugtighed giver en lys overflade**
– en grovere porestruktur
- **Lav temperatur og høj fugtighed giver en mørk overflade**
– en finere porestruktur

Håndtering og opbevaring af nyligt afformede betonoverflader har derfor stor betydning for, hvordan overfladens udseende vil blive. Tildækning har stor betydning, da luftfugtigheden i betonoverfladen herved øges.

Brune misfarvninger

I en hærdnende beton er der masser af jern i opløsning i porevæsken, som vist i [4]. Jernet vil under visse klimatiske betingelser blive transporteret til betonoverfladen og udfældes sammen med kalk. Dette viser sig som brune plamager i større eller mindre områder på betonoverfladen, se figur 3.

NYT FRA AALBORG PORTLAND

Mængden af jern i betonen er uden betydning. Det der betyder noget, er hvor meget af dette jern, der er i porevæsken. Mængden af jern i opløsning er afhængig af en række faktorer, hvor porevæskens pH-værdi og indholdet af såkaldte "kompleksbindende stoffer" (ligander) er af størst betydning. Kompleksbindende stoffer er tilstede i visse tilsætningsstoffer såsom acceleratore, retardere, lak og lim til formmateriale, og rengøringsmidler.

Andet

En nystøbt betonoverflade vil være påvirket af såvel den flade den er støbt mod, som af udefrakommende skidt, der lægger sig på overfladen, indtil betonen er bundet af. Det kan være jern fra armeringsarbejde, støvpartikler, sand, eller andet, der lægger sig i formen eller på overfladen af betonen, og giver anledning til efterfølgende misfarvninger.

Betonen kan desuden være separeret og inhomogen, hvor der hen over betonoverfladen er områder med forskelligt indhold af sten, sand og pasta. Dette giver anledning til farvevariationer i overfladen, idet porøsiteten varierer.

HVORDAN UNDGÅ FARVEVARIATIONER PÅ OVERFLADEN AF NYSTØBT BETON?

Man kan i praksis ikke helt undgå variationer i farveindtrykket af nystøbte betonoverflader. Der er dog visse faktorer, man relativt nemt kan fokusere på for at reducere risikoen og gøre overfladeindtrykket mere ensartet.

Hærdebetingelser

Det er som udgangspunkt vigtigt, at man bestræber sig på at tildække betonen jf. gældende krav og standarder for derved at opnå tilstrækkelig overfladekvalitet og holdbarhed, se fx DS/EN 13369 og DS 2427.

Når disse krav er opfyldt, skal man tilstræbe, at betonen tildækkes ens på alle synlige overflader og under ens hærdebetingelser frem til fjernelse af tildækningen.

Generelt anbefales det at fokusere på følgende for at minimere lyse og mørke farvevariationer:

- Betonen skal have samme hærdetemperatur hver gang der støbes
- Rumtemperaturen og luftfugtigheden skal være den samme de første døgn efter afformning
- Betonelementer skal afformes efter det samme antal timer hver gang.
- Høj rumtemperatur og lav luftfugtighed efter afformning giver færre mørke misfarvninger
- Tildæk ikke betonoverflader mere end højst nødvendigt efter afformning, men undgå påvirkning af regn og anden vejrlig
- Lang hærdetid og dermed høj modenhed før afformning giver mindre risiko for lyse og mørke farvevariationer.

Forme og formolie

Formmaterialet har en vis betydning, hvor såvel sugende formmateriale (træplader, spånplader, krydsfiner, fiberdug) og ikke sugende formmateriale (stål, gummi, plastik) kan have forskellig indvirkning på en betonoverflades udseende.

Formolie kan have en vis indvirkning på farveindtrykket af en betons overflade. Olien er påført netop for at virke i grænsefladen mellem beton og støbform, og vil derfor kunne indvirke på overfladeudseendet. Hertil er der forskellige olietyper på markedet, der hovedsageligt opdeles i reaktive (fedtsyrer) og fysiske (mineralske, vegetabiliske og syntetiske olier, vandige emulsioner af olier og voks).

Generelt anbefales det at fokusere på følgende for at minimere indvirkningen af formolie på den nystøbte betonoverflade:

- Formolien skal være helt ensartet påført formen
- Formmaterialet skal have samme sugsevne overalt
- Formen skal være helt ren før støbning.

Brune misfarvninger

For at reducere risikoen for brune misfarvninger, kan man undersøge, om der er stoffer i betonen eller i kontakt med betonen, der øger opløseligheden af jern, de komplekst bindende stoffer, som nævnt tidligere i denne artikel.

Typen, mængden og kombinationen af de enkelte stoffer kan være en medvirkende årsag til brune misfarvninger. Det kan være svært umiddelbart at pege på den komponent, der er udslagsgivende, og ofte er det nødvendigt at gå systematisk til værks og undersøge flere muligheder.

Andet

Guirlander på lodrette støbeflader opstår som følge af, at betonen separerer på grund af overvibrering eller ustabil selvkompakterende beton, hvorfor dette skal undgås.

AFSLUTTENDE BEMÆRKNINGER

Som udgangspunkt er det altid vigtigt at afstemme forventningerne til hvorledes en betonoverflade skal se ud, såvel på tidspunktet for aflevering af byggeriet, som på længere sigt. Her ved sikrer man sig som betonleverandør mere tilfredse kunder.

Derfor er det vigtigt, at man er bevidst om de mekanismer, der ligger bag variationer i farveindtrykket på betonoverflader, og så vidt muligt fokuserer på at minimere disse, hvis udseendet er af betydning. Det kan kræve ekstra omhu og omkostninger, men det er faktisk muligt i praksis at frembringe beton med minimale farvevariationer i overfladen.

REFERENCER

[1] Tommy Bæk Hansen, "Skab passende forventninger til betonens udseende – det betaler sig", Dansk Beton nr. 4. 2008

[2] Torben Andersen, "Synsoplevelsen af betonoverflader", Dansk Beton, nr. 1. 2002

[3] Vidensportal for synlige betonoverflader: www.synligbeton.dk

[4] Erik Pram Nielsen, "Udfældninger på betonoverflader", Portland Open 2016, kan ses på <https://www.aalborgportland.dk/downloads/portlandopen/>.