



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

## Optimal udtørring af beton

Delprojekt under Produktområdeprojekt vedr. Betonprodukter

Formålet var at opnå øget kendskab til de parametre, der betyder noget for betons udtørring og derigennem foreslå mere energieffektive metoder. Nytænkning gennem 100 år

Deltagere i arbejdsgruppen repræsenterede betonbranchen bredt:

unicon///



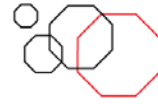
Densit  
A member of the FLSmidth Group

NCC  
FORVENT LIDT MERE

Gulvbranchen  
Garanti for gode gulve



BYG•DTU



Claus V. Nielsen, Teknologisk Institut, Beton  
Ny viden om miljørigtigt byggeri - 5. oktober 2006

Nytænkning gennem 100 år



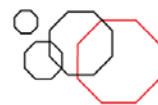
TEKNOLOGISK  
INSTITUT

## Hvorfor er udtørring vigtig?

- Byggematerialer indeholder fugt fra produktionen, eller fugt tilført på byggepladsen. Efter en vis udtøringsperiode fås en ligevægtstilstand med omgivelserne.
- Fugttransport giver anledning til deformationer (svind) som medfører revnedannelse, delaminering, utætheder, mv.
- Fugt giver anledning til skader såvel i byggefasen som i driftsfasen. Herunder råd og skimmelsvamp som igen medfører usundt indeklima.

MEN

- Udtørring er dyrt og besværligt og der er tendens til, at udtørringen først medtages i sidste øjeblik.
- Hovsa-løsninger benyttes, når tidsplaner overskrides og forudsætningerne omkring vejret ikke holder.



Claus V. Nielsen, Teknologisk Institut, Beton  
Ny viden om miljørigtigt byggeri - 5. oktober 2006

Nytænkning gennem 100 år



## Udtørningsmekanismer

Randbetingelse(r):

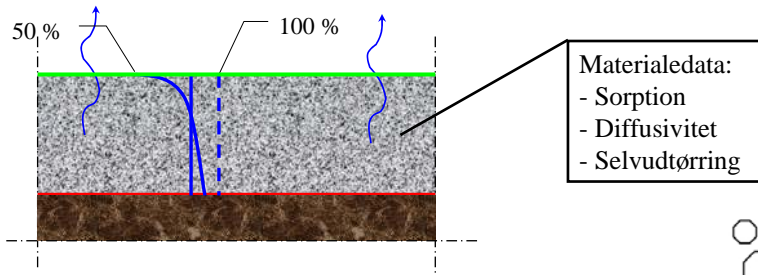
- Udtørningsklima i omgivelserne (RF, T, vind)

Begyndelsesbetingelse:

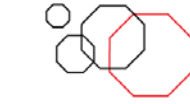
- Fugtindhold ved beregningsstart (selvudtørring)

Ydre betingelser:

- Temperatur
- Gulvets tykkelse og ensidig/dobbeltsidig udtørring



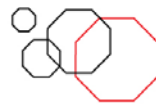
Claus V. Nielsen, Teknologisk Institut, Beton  
Ny viden om miljørigtigt byggeri - 5. oktober 2006



## Hvorfor er udtørring svært?

- Uklart hvordan fugtindhold defineres og måles.
- Forskellige gulvmaterialer har forskellige krav til fugtniveaet og dermed til udtørningsbehovet.
- Udtørring er pr. definition en langsommelig affære. Vi taler om måneder snarere end uger. Primært et problem for vinterbyggeri.
- Betonelementer har ikke de samme problemer som in-situ, da de er lagret forud for indbygning.
- Temperaturen af betonen spiller ind på fugtniveaet. Især problematisk ifm. gulvvarme o.l.
- Fugtdimensionering er ikke indeholdt i normer/standarder.
- Uklare grænseflader og ansvarsfordeling.

Claus V. Nielsen, Teknologisk Institut, Beton  
Ny viden om miljørigtigt byggeri - 5. oktober 2006



**4.1 Projektspecifikation**

Projektspecifikationen skal indeholde alle for udførelsen nødvendige informationer, herunder tekniske krav med tilhørende acceptkriterium og krav til dokumentation.

Projektspecifikationen skal som minimum angive:

- konstruktionens geometri
- armeringsudformning
- armeringsidentifikation
- udformning og identifikation af blivende indstøbningsdele og beslag
- betonidentifikation
- miljøklasse
- kontrolklasse
- dæklag

**DS 482:1999**

Udtørring er ikke nævnt i udførelsesstandard. Kun i forbindelse med udtørningsbeskyttelse.

NOTE: Projektspecifikationen kan yderligere angive krav til:

- indhold i kvalitetsplan
- kontrolafsnit
- type og omfang af dokumentation
- prøvestøbning og dennes formål
- udformning af støbeskel og deres placering
- materialespecifikation ved sammenstøbning
- begrænsning af revnevidder ved støbeskel og mellem samtidigt støbte tværsnit
- elektrisk kontakt mellem armering og indstøbningsdele, beslag mm.
- overfladebehandling af armeringsstål
- støbeprogram
- afstandsholdere
- spændelister
- spændesystemer
- under hvilke forhold svejsning af armering er tilladt
- specielle krav til dæklagstykkelse, foranlediget af specielle armeringsmaterialer eller konstruktiv udformning
- tolerancer (geometri, armering og dæklag samt krav til verifikation)
- luftporeanalyse og/eller frostprøvning på prøver udtaget fra konstruktion
- udtørningsbeskyttelse i passiv miljøklasse samt krav om måling af varmeudvikling
- maks. tilladelig temperaturforskel under hærdning
- afformningsstyrke under hensyntagen til styrke og stivhed
- karakteristisk betontrykkstyrke på opspændningstidspunkt
- krav til overflader
- krav om måling af dæklag efter støbning
- pilhøjde, fx ved levering af betonelementer og efter afformning
- bygningens stabilitet, midlertidige afstivninger/understøtninger
- materialespecifikationer i øvrigt, fx materialer til reparation og finish
- andre specielle forhold.

Claus V. Nielsen, Teknologisk Institut, Beton  
Ny viden om miljørigtigt byggeri - 5. oktober 2006

TEKNOLOGISK INSTITUT

Nytænkning gennem 100 år

## Hvordan kommer vi videre?

- Vejledning/anvisning i hvordan fugtindhold defineres og måles.
- Opdatering af vores viden på området. Laboratorieforsøg med moderne gulvbetoner (selv-kompakterende). Forsøg med/uden gulvvarme.
- Forsøgene anvendes til at opstille en række simple beregningsværktøjer til rådgivere/udførende.
- Fokus på fugtdimensionering og udtørring af byggefugt, fx igennem normer/standarder.

De to første punkter har vi arbejdet med i Produktområdeprojektet.  
Punkt tre mangler stadig forsøgsdata for at kunne afsluttes.  
Punkt fire er påbegyndt igennem en række formidlingsaktiviteter.

Claus V. Nielsen, Teknologisk Institut, Beton  
Ny viden om miljørigtigt byggeri - 5. oktober 2006

TEKNOLOGISK INSTITUT

Nytænkning gennem 100 år

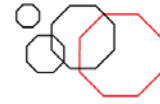


## Resultater

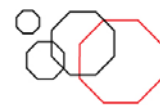
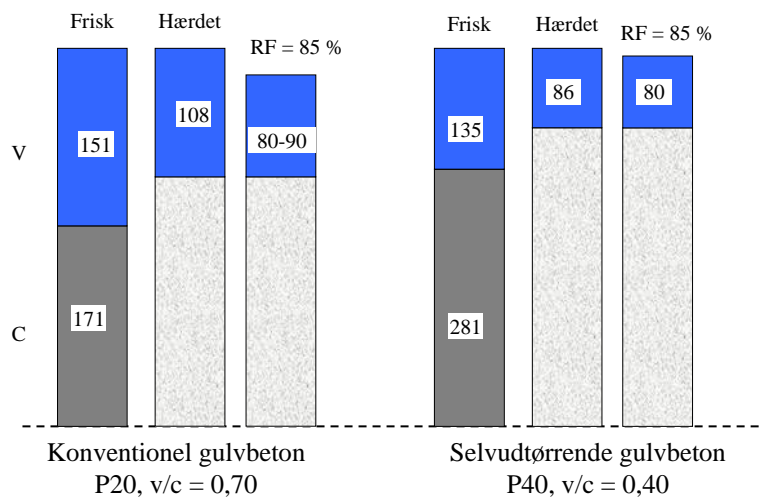
- Udtørningsforsøg til kortlægning af
  - selvudtørringens indflydelse
  - betonkvalitetens indflydelse på udtørringstid
- Vejledning med energiøkonomiske vurderinger.
- Selvudtørrende beton bør overvejes nøje som et middel til at optimere udtørningsprocessen.

Forsøgsrapport og vejledning vil snarest blive tilgængelige på

[www.mst.dk](http://www.mst.dk)



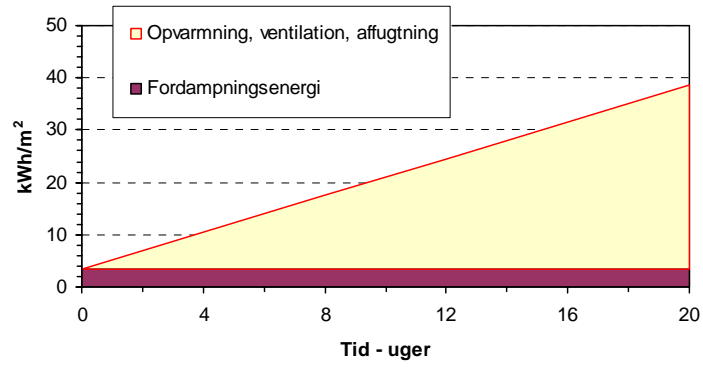
## Fugtindhold, kg/m<sup>3</sup>



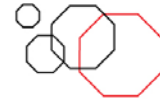


TEKNOLOGISK  
INSTITUT

## Energibehov pr. etageareal



Claus V. Nielsen, Teknologisk Institut, Beton  
Ny viden om miljørigtigt byggeri - 5. oktober 2006



Nytænkning gennem 100 år