

# Intern rapport

**Intern rapport  
nr. 1692**

**Betongkonstruksjoner i kystklima:  
Utførelsestekniske forutsetninger  
og løsninger**



**Statens vegvesen**  
Vegdirektoratet

**Juni 1994**

**Veglaboratoriet**

**Betongkonstruksjoner i kystklima:  
Utførelsestekniske forutsetninger  
og løsninger**

**Sammendrag**

Rapporten inneholder Reidar Kompens innlegg "Utførelsestekniske forutsetninger og løsninger" på Seminar 5 - Betongkonstruksjoner i kystklima i Narvik 9. - 13. mars 1992.

Emneord: *Utførelsestekniske forutsetninger og løsninger*

Seksjon: *45 Betong*  
Saksbehandler: *Reidar Kompen*  
Dato: *Juni 1994*

*/KØ*

---

**Statens vegvesen, Vegdirektoratet**  
**Veglaboratoriet**  
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo  
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44



TEKNOR  
TEKNOLOGIDAGENE I  
NORD-NORGE

Narvik 09.-13. mars 1992

---

Seminar 5  
Betongkonstruksjoner  
i kystklima

UTFØRELSESTEKNISKE  
FORUTSETNINGER OG  
LØSNINGER.

FORELESER:  
Siv. ing. Reidar Kompen,  
Veglaboratoriet

Målsetningen ved all bygging er å framstille funksjonsdyktige og holdbare konstruksjoner, som samfunnet i dag og etterslekten er tjent med. Utførelsen er det siste leddet i byggeprosessen, og har ofte, med rette eller urette, fått skylden når resultatet ikke samsvarer med forventningene.

Hvor vellykket et prosjekt er, avhenger av flere momenter som kan grupperes i:

1. Konstruktiv utforming og dimensjonering
2. Materialvalg og materialsammensetning
3. Utførelsesforhold og faktisk utførelse

Disse tre faktorene må være vellykkede hver for seg. Kanskje enda viktigere er et vellykket samspill mellom de tre faktorene, kfr. Fig. 1

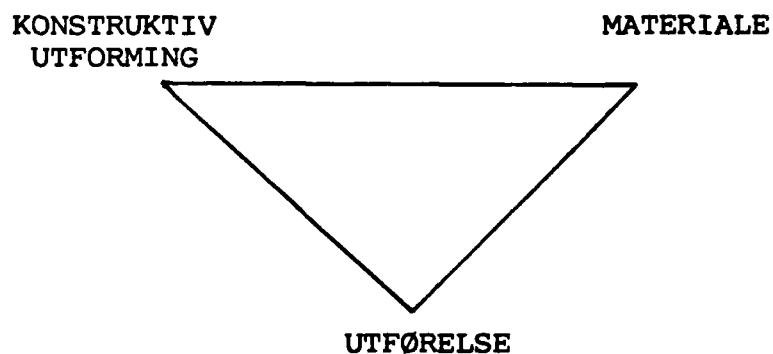


Fig. 1. Samspillet mellom hovedfaktorene for vellykket produkt.

Utførelsesprosessen er i seg selv som et puslespill. Hvis puslespillet skal gå opp og resultatet bli riktig, må hver enkelt brikke passe til de øvrige i størrelse og fasong, Kfr. Fig. 2.

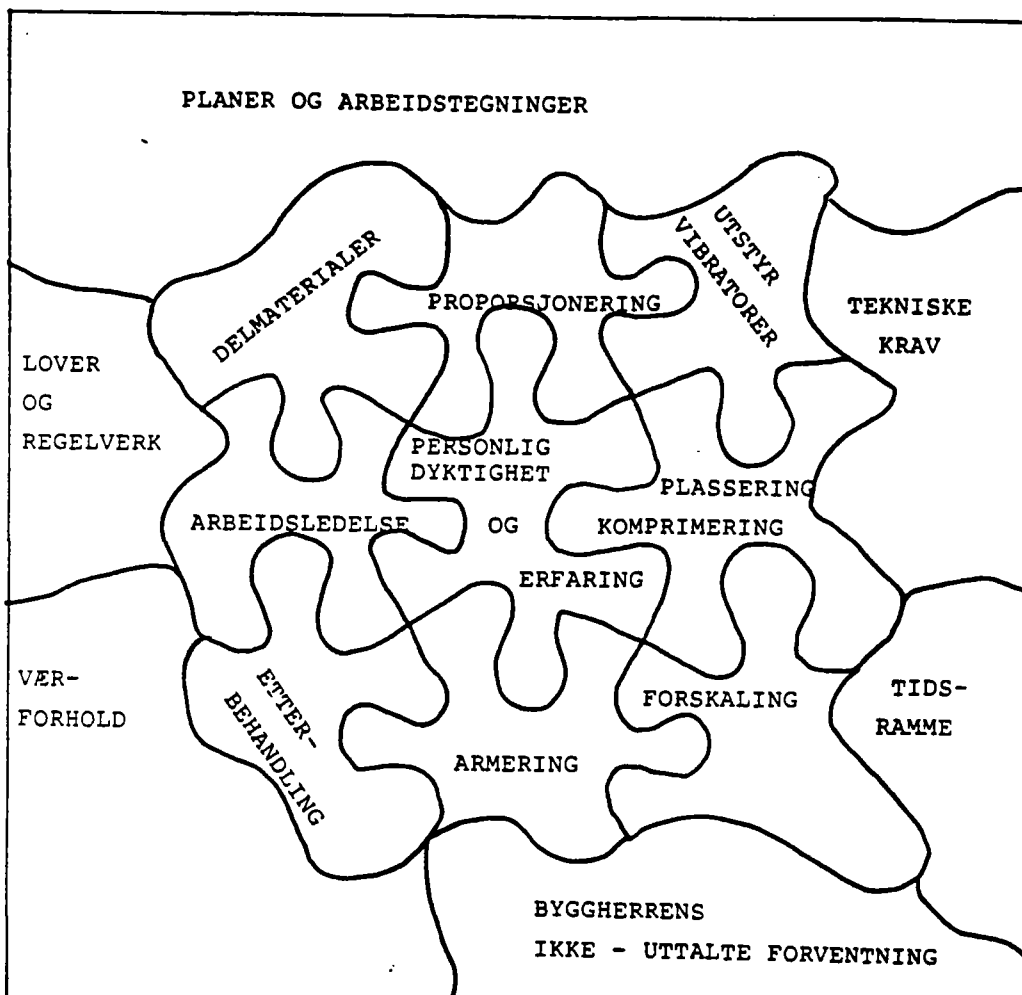


FIG. 2 BETONGPROSESSEN - ET PUSLEPILL

Utførelses-puslespillet må igjen være tilpasset det spillerom som finnes når det tas hensyn til:

1. Planer og arbeidstegninger

- betongdimensjoner
- armeringstetthet
- utsparinger og innstøpningsgods
- geometri

2. Tekniske krav

- betong material krav
- overflatekrav, toleranser
- krav til tetthet

3. Værforhold

- vind
- temperatur
- nedbør
- stråling

4. Tidsramme

- byggetid
- arbeidstidsbestemmelser
- årstid
- flo og fjære

5. Offentlige lover og regelverk, bl.a.

- arbeidsmiljølover
- nabolov
- forurensingslov

6. Byggherrens ikke-uttalte forventninger

- prioriteringer
- kjepphester
- grad av pirkethet
- den utførendes tabbekvote

## Gjennomførbarhet og sikkerhet for resultater

De fleste vil regne det som en selvfølge at konstruksjoner som er prosjektert etter Norsk Standard også er gjennomførbare. Hvis konstruksjonen også utføres etter Norsk Standard, burde det også være selvfølgelig at den vil få forventet holdbarhet.

Erfaringer de siste årene, spesielt innen brubygging, har imidlertid vist at trenden er tettere armering, trangere betongtverrsnitt, vanskeligere komprimerbar betong og skjerpede krav til resultatet. Det er grunn til å rope et varsko om denne utviklingen. Et sted går det en grense for vanskelighetsgrad, hvor sannsynligheten for synlige eller ikke synlige feil blir så stor at konstruksjonsløsningen må karakteriseres som uforsvarlig. Entreprenørens mobilisering for å løse selv de "umulige" støpeoppgavene, løser kun et problem i øyeblikket, men er egentlig med på å tildekke en utvikling som byggherren ikke er tjent med.

## Tekniske muligheter

Den tekniske utviklingen innen betong og hjelpemidler har gitt større muligheter for å gjennomføre vanskelige oppgaver. Det gjenstår imidlertid klare begrensninger, som det må tas hensyn til både i planer/forventninger og i selve utførelsen.

Om en ser spesielt på betongmaterialet, har vi de senere årene hatt en betydelig utvikling innen:

1. Spesielsement for høyfaste betonger.
2. Bruk av silikastøv mhp. fasthet, bestandighet og støpelighet.
3. Omfattende og avansert bruk av tilsetningsstoffer til styring av støpelighet og størkning.
4. Kvalitetshevende oppredningstiltak for betongtilslag.
5. Betongproduksjonsutstyr med langt bedre nøyaktighet.

Nyttiggjøring av denne utviklingen er imidlertid avhengig av den frihet en har i reseptoppbyggingen og av de anleggsmessige muligheter som finnes. Et problem som det f.eks. har vært lite fokusert på for de nye høykvalitetsbetongene, er den svært begrensede tiden en har til rådighet for transport og utstøping.

Det Norske klimaet har tvunget oss til å lære å bygge under ekstreme værforhold. Vi kan derfor fortsette å bygge under forhold der andre Europeiske land må stanse arbeidene. Minusgrader er egentlig ingen hindring, bruk av oppvarmet betong og tildekking/isolasjon gjør at vi kan utføre de fleste betongarbeider med fullgod kvalitet selv i streng vinterkulde. De fleste betongarbeidene kan også utføres ved nedbør, om en tar hensyn til dette ved plassering og komprimering.

Unntakene fra dette er hovedsaklig:

- tynne betongkonstruksjoner, som ikke utvikler nok hydratasjonsvarme ved avkjøling utenfra.
- dekker, som ikke kan pusses verken ved nedbør eller ved kulde som krever rask tildekking.

Det største hinderet for utførelse av betongarbeid er utvilsomt sterk vind. Selve interntransporten på byggeplass kan med pumpe gjøres uavhengig av vindstyrken, bare det ikke er for kaldt. En annen sak er at tildekking og herdetiltak blir nokså umulig å gjennomføre uten ekstra skader på frie betongoverflater. Håndtering og flytting av forskaling kan være direkte farlig under sterke vindforhold.

#### Valg av utførelsesteknikk

Med få unntak ligger den utførelsestekniske løsningen innbakt i den prosjekterendes arbeidstegninger og beskrivelse. En og annen gang finner den utførende nye utførelsesmetoder som sparer tid og penger. Den forskyvningen i ansvars- og risikoforhold som forslag fra entreprenøren resulterer i, gjør likevel at entrepre- nøren er blitt mer og mer tilbakeholdne med å foreslå alternative utførelsesmetoder. Kontraktbestemmelsene virker altså dempende på kreativiteten.

For entreprenørene ligger derfor oftest utfordringene i en angrepsmåte på prosjektet som gir den beste framdrift, dvs. at en får spredt aktivitetene på en optimal måte. Dernest ligger det en utfordring i å tilpasse utførelsen slik at en kan få utnyttet eksisterende utstyr og hjelpemidler, og slipper store nyinvesteringer. Til sist kommer tilpassing av utførelsesdetaljer, kapasiteter, støpeplaner og betongegenskaper til de værforhold som råder og de syklustider en må holde.

Ved utførelsesplanleggingen kommer en svært ofte til at betongegenskapene må tilpasses på en eller annen måte. Det er ikke alle tilpassninger som kan gjøres uten negative sideeffekter eller økning av risiko. I de fleste tilfeller kan autrerte krav til betongen omgås ved andre tilpassninger, f.eks. i forskalingssystem eller støpeplan.



## Sluttord

Utførelsen er i mange sammenhenger blitt utropt som hovedårsaken til at bestandighet er blitt et problem for mange bruer langs kysten. Til en viss grad er dette riktig, og direkte slurv har forekommet, med i enda større grad er manglende kunnskap om nødvendig utførelsesstandard hos alle aktører forklaringen. Om en studerer skadetilfellene ser en at også førsteklasses utførte konstruksjonsdeler har skader. Såvel konstruktive løsninger og konstruksjonsdetaljer som materialvalg, har sin del av "skylden" for skadene.

Skjerpning av teknisk standard er nødvendig på både prosjekterings-, material- og utførelsessiden. I etableringen av en "ny standard" har en problem med å finne "et nytt balansepunkt for pendelen". Det finnes begrensninger i hva som er mulig å oppnå med betong, pga. betongens gitte egenskaper. Det kan være grunn til å minne om et par av betongmaterialets egenskaper:

- betong er i sin natur et inhomogent materiale, porer og ujevn materialsammensetning må forventes både inni og på overflaten av en konstruksjon.
- betong har liten tøyningsevne på strekk og er i sin natur et sprøtt materiale. Når en kopler dette med betongens svinn- og termiske egenskaper, ser en at "rissfri betong er naturstridig".

Slike egenskaper er ikke å betrakte som argumenter mot bruk av betong som byggemateriale. Også betongen i skadefrie konstruksjoner har disse egenskapene. Poenget er at når vi stiller forventninger, må disse være i samsvar med de reelle mulighetene, ellers narrer vi bare oss selv.