

# Intern rapport

**Intern rapport  
nr. 1785**

**KVALITETSSTYRING,  
et hjelpemiddel for byggherren  
til å oppnå mer holdbare  
betongbyggverk?**



**Statens vegvesen**  
Vegdirektoratet

**Juni 1995**

**Veglaboratoriet**

# Intern rapport nr. 1785

## KVALITETSSTYRING, et hjelpemiddel for byggherren til å oppnå mer holdbare betongbyggverk?

### Sammendrag

Rapporten inneholder Reidar Kompens innlegg på Nordisk Betongkonferanse i Odense 15. - 17. juni 1995.

Emneord: *Kvalitetsstyring, Kompetanse, Kvalitet, Betong*

Seksjon: *45 Betong*  
Saksbehandler: *Reidar Kompen*  
Dato: *Juni 1995*

/KØ

# KVALITETSSTYRING, ET HJELPEMIDDEL FOR BYGGHERREN TIL Å OPPNÅ MER HOLDBARE BETONGBYGGVERK?

Reidar Kompen  
Sivilingeniør  
Statens vegvesen, Veglaboratoriet  
Postboks 8142 DEP.  
0033 OSLO

## ABSTRACT

Quality assurance is considered to be one of the owner's primary means to achieve improved quality and durability of concrete structures. However, experience so far has left an ambivalence as to "modern" expert systems. Quality systems need time to find their proper form and content. The minimum factor for achieving quality is still the competence available. The owners have a main responsibility in developing the competence needed.

Key words: Quality assurance, competence, owner's role, concrete structures.

## SKADESITUASJONEN, ET SIGNAL OM BEHOV FOR KVALITETSHEVING

Inntil for noen få år siden hadde betong renommé som et holdbart og vedlikeholdsfritt byggemateriale. Vi som arbeider i betongbransjen vet nå at verden over oppleves det en skadeutvikling, på ikke så veldig gamle betongkonstruksjoner, som overgår det vi trodde kunne være mulig for bare 10 år siden. For eierne av betongkonstruksjonene har dette nærmest vært en sjokkartet opplevelse. Mange av eierne har blitt overrumplet av et pengesluk av et reparasjonsbehov, som kan være en økonomisk trussel mot den virksomheten de mente de skulle drive. Et enda større sjokk har det vært for de byggherrene som til nå har innsett det, å oppdage hvem som opprinnelig har bestilt og akseptert konstruksjonen som har utviklet skader. For noen annen enn byggherren kan det vel ikke ha vært?

Skadeutviklingen har ført til diskusjoner om hva som har vært gjort feil og om hvem som har ansvaret for at skadene kunne oppstå. Diskusjonen har stort sett vært lite fruktbar. Enkelte har innrømmet sitt ansvar, men de fleste har brukt mest energi på å bortforklare og fraskrive seg ansvar.

Selvfølgelig har ingen byggherre noen gang ønsket å bli sittende med et byggverk som raskt utvikler skader. Like lite som de ønsker kostnadsoverskridelser eller forsinkelser.

Heller ingen entreprenør har ønsket utvikling av skader, kostnads-sprekk eller forsinkelser. Men kvalitet og holdbarhet har i alt for stor grad blitt sett på som en selvfølge. Hele betongbransjen, fra forskning til utførelse, må ta kritikk for at vi har basert vår virksomhet på for lettvinte holdninger og for lite grundighet.

Det burde ikke lenger være noen tvil hos noen innen bransjen, om at det er behov for en betydelig kvalitetsheving for nye byggverk. Vi må få til en endring av byggepraksis, slik at våre byggverk kan oppnå en mer fornuftig funksjonell og estetisk levetid.

## BYGGHERRENS ROLLE SOM PREMISS-GIVER

Det er byggherren som treffer de viktige strategiske beslutningene som gir rammene for ethvert byggeprosjekt, og det er byggherrene som gir premissene det skal konkurreres innenfor i byggebransjen. Det er mitt inntrykk at hittil har byggherrenes bevissthet om sin rolle og sitt ansvar for kvalitet vært svært lite utviklet. Rollen som premissgiver for den langsiktige utviklingen har byggherrene vært særdeles lite bevisste om. Utsikten til en kortsiktig økonomisk gevinst har i stor grad overskygget hensynet til en langsiktig utvikling byggherrene burde ønsket.

At andre aktører som entreprenører, rådgivende ingeniører og forskningsinstitutter heller ikke har ivaretatt sine roller i den langsiktige bransjeutviklingen, burde ikke være noen fullgod unnskyldning for byggherrene. At enkelte velvilligst har forsøkt å fylle det vakumet byggherrene har skapt ved sitt fravær, uten å greie det fullt ut, er heller ingen unnskyldning. Det må ligge et spesielt ansvar for hvor en havner på dem som sitter i (eller burde sittede i) førerretet.

## KVALITETSTYRING, SVARET PÅ BYGGHERRENS BEHOV ?

Kvalitetstyring er et av stikkordene for den teknikk som er lansert de seinere årene, og som skal gi byggebransjen det kvalitetsløftet som er nødvendig. Ved å sette alt vi foretar oss i et byggeprosjekt inn i et gjennomtenkt system, og ved å dokumentere hvert ledd i prosessen, skal feil, misforståelser og forglemmelser unngås.

Om kvalitetsikring fungerer eller ikke i dagens praksis, kan diskuteres. Hva som eventuelt er årsakene til at det ikke fungerer fullt ut, kan også diskuteres. Etter min erfaring kan kvalitetstyring fungere godt innenfor én organisasjon, mens det er vanskelig å få det til å fungere over grensen til en annen organisasjon, f.eks. over grensen mellom entreprenør og byggherre. En viktig årsak til dette er at entreprenør og byggherre vektlegger aktivitetene i byggefasen forskjellig:

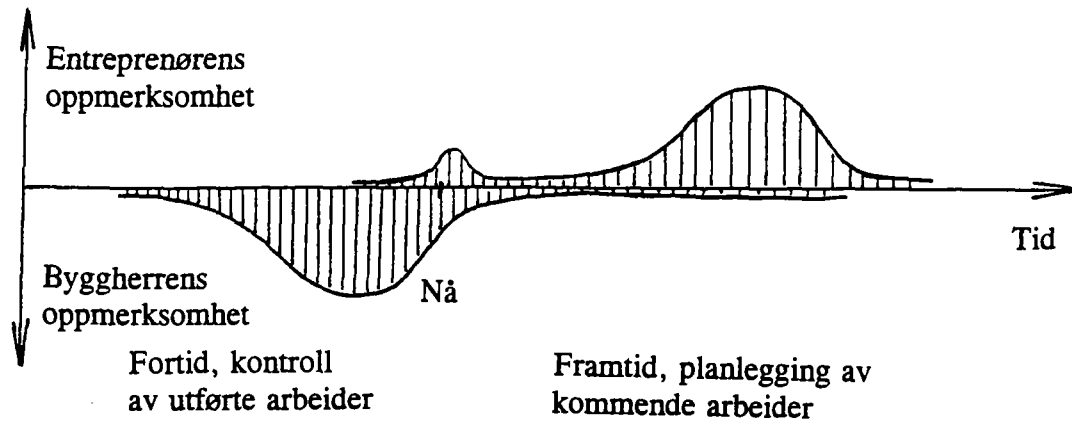


Fig.1 Vektleggingen av aktiviteter i byggefasen

En annen viktig årsak til at kvalitetsikring ikke fungerer som system, kan være manglende tillit mellom byggherre og entreprenør. Denne mangelen på tillit synes å bli mer og mer tydelig, og foruten at det er en effektiv hindring mot reell gjennomføring av kvalitets- sikring, gir det også betydelige begrensninger på hvor store og kompliserte prosjekter en er i stand til å fullføre på en vellykket måte. Ingen kan yte sitt beste når halvparten av den intellektuelle kapasitet brukes til å vokte på den andre partens skumle hensikter.

En fare med kvalitetsikring med system, slik vi har fått det definert med egne standarder og egen terminologi de seinere årene, er at det blir et eget fag med egne eksperter. D.v.s. at alt som har med kvalitet å gjøre, blir abstrakt og fjernet fra de som utfører et fysisk arbeid.

Et utslag av ekspert-kvalitetstyringen som vi ikke har kunnet unngå å se, er at dokumentasjons-omfanget har tatt av langt utover enhver fornuftig grense. Det er greit at en skal være systematisk og dokumentere alt, men det må også gå an å skille mellom det en trenger og kan bruke til noe, og det som bare er "kjekt å ha". Byggherren kan gjerne beskrive at all kontroll og dokumentasjon skal være inkludert i betongprisen, men det er likevel byggherren som må betale for det.

Kvalitetstyring av byggeprosjekter er egentlig ikke noe nytt, slik en kan ha fått inntrykk av. Kvalitetstyring har alltid inngått som en integrert del av den prosjektstyringen byggherrer og entreprenører alltid har gjennomført, og hvor økonomi- og framdriftstyring utgjør de andre hovedelementene. Slik sett har vi i dag mer erfaring med kvalitetstyring, og mer grunnlag for forbedring av kvalitetstyringen, enn mange er klar over. Jeg tror det er viktig å huske denne erfaringen, når vi plasserer moderne kvalitetstyring inn i dagens prosjektstyring. Det kan ikke underslås at kvalitetsystemene av den "moderne" typen ofte har gitt oss mer byråkrati og frustrasjoner enn kvalitet. Noen sier det har gitt mer system og mindre kvalitet.

Det er veldig enkelt å latterliggjøre kvalitetsystemene og harselere over rekker av ringpermer fulle av selvfølgeligheter og de tonnevis av papir som KS-systemene kan ha resultert i. Uansett hva man kaller det man arbeider med, må en kunne slå fast at systematisk arbeid og verifisering av det en har gjort med all sannsynlighet vil gi bedre resultat enn rot og omtrentlige antakelser.

Ingen aktør innen byggebransjen kan derfor være i mot kvalitetstyring. Aller minst byggherrene. Jeg tror likevel mange har oppfattet byggherrenes krav til kvalitetsikring som diffuse og tvetydige. Dette inntrykket av byggherrens vilje er nok også ofte det riktige: På den ene siden ønsker han gjennomført kvalitetsikring for å unngå feil, men på den andre siden ønsker han ikke selv å styre sitt prosjekt innenfor en byråkratisk tvangstrøye. Det er altså spørsmål om innhold og praktisk anvendelse av et KS-system. Kvalitetstyring er derfor ikke ubetinget svaret på byggherrens behov for kvalitetsheving, slik enkelte har ønsket at det skulle være. Men betinget av at kvalitetstyringen finner sitt rette innhold og omfang, vil systematikken det medfører være et hovedverktøy for byggherren.

### TRENGER BYGGHERREN NOE I TILLEGG TIL KVALITETSTYRING ?

Det kunne i og for seg være utfordring stor nok å finne et slikt innhold og omfang i kvalitetstyringen, at en greide å gjennomføre et helt prosjekt uten avvik av betydning.

Selv om kvalitetsikring skulle fungere innenfor de enkelte bedriftene byggherren engasjerer, har en byggherre likevel behov for å spørre seg: Er det da sikkert at han vil oppnå den ønskede kvalitet og levetid for sitt byggverk?

Personlig mener jeg det er langt fra sikkert. Til det er det alt for mange fallgruber å falle i innenfor en prosess underlagt kvalitetsikring, og først og fremst bestemmes kvaliteten av hvor godt målet er beskrevet. Erfaring burde ha lært oss at det ikke er noen selvfølge at målet er riktig beskrevet!

Det er relativt stor enighet om at ingen systemer kan gi noe som helst, uten kunnskap om kvalitet og hvordan kvalitet oppnås, og vilje til kvalitet hos de menneskene som anvender systemet.

Nøkkelen til kvalitet er kompetanse. På kort sikt, d.v.s. for et enkelt prosjekt av "normal" vanskelighetsgrad, kan en byggherre satse på at kompetanse kan kjøpes.

Men, det trengs adskillig egenkompetanse for å kjøpe riktig kompetanse, og kunne anvende den innkjøpte kompetansen. For å utvikle kompetanse og holdninger på lang sikt, herunder også å utvikle ny kompetanse for å kunne gjennomføre pionerprosjekter, er det nødvendig at byggherren påtar seg rollen som lokomotiv i kompetanseutviklingen. Den kompetansen byggherren trenger, er det ofte bare han selv som har mulighet for å få fram.

Jeg vil gjerne få nevne et par eksempler fra det norske Statens vegvesen:

- (1) Den praktiske brubyggingen en gjennomfører går ofte langt utover referanserammene. Det er derfor behov for å verifisere konstruksjonenes oppførsel i forhold til den beregnede. Vegvesenet har utviklet IDV-system /1/ bestående av:
  - \* Instrumentering, for å samle relevante data m.h.t. konstruksjonens oppførsel kontinuerlig.
  - \* Dokumentasjon, for å analysere data og rapportere resultater.
  - \* Verifikasjon, d.v.s. å sammenligne konstruksjonens reelle oppførsel med den som ble forutsagt ved utforming/dimensjonering.

Systemet er allerede anvendt på en rekke store bruer, og har gitt en mengde resultater som vil ha stor betydning ved prosjektering av nye byggverk.

- (2) Allerede for noen år siden fant en klare indikasjoner på at kloridinntrengningen i kystbruene varierte betydelig mellom lo- og le-side på brua, og med høyden over havflata. Med de omfattende tilstandsundersøkelsene som er utført i forbindelse med OFU-prosjektet Gimsøystraumen bru, og analyser av disse dataene, har en lyktes med å **dokumentere** disse effektene /2/, se figurene nedenfor.

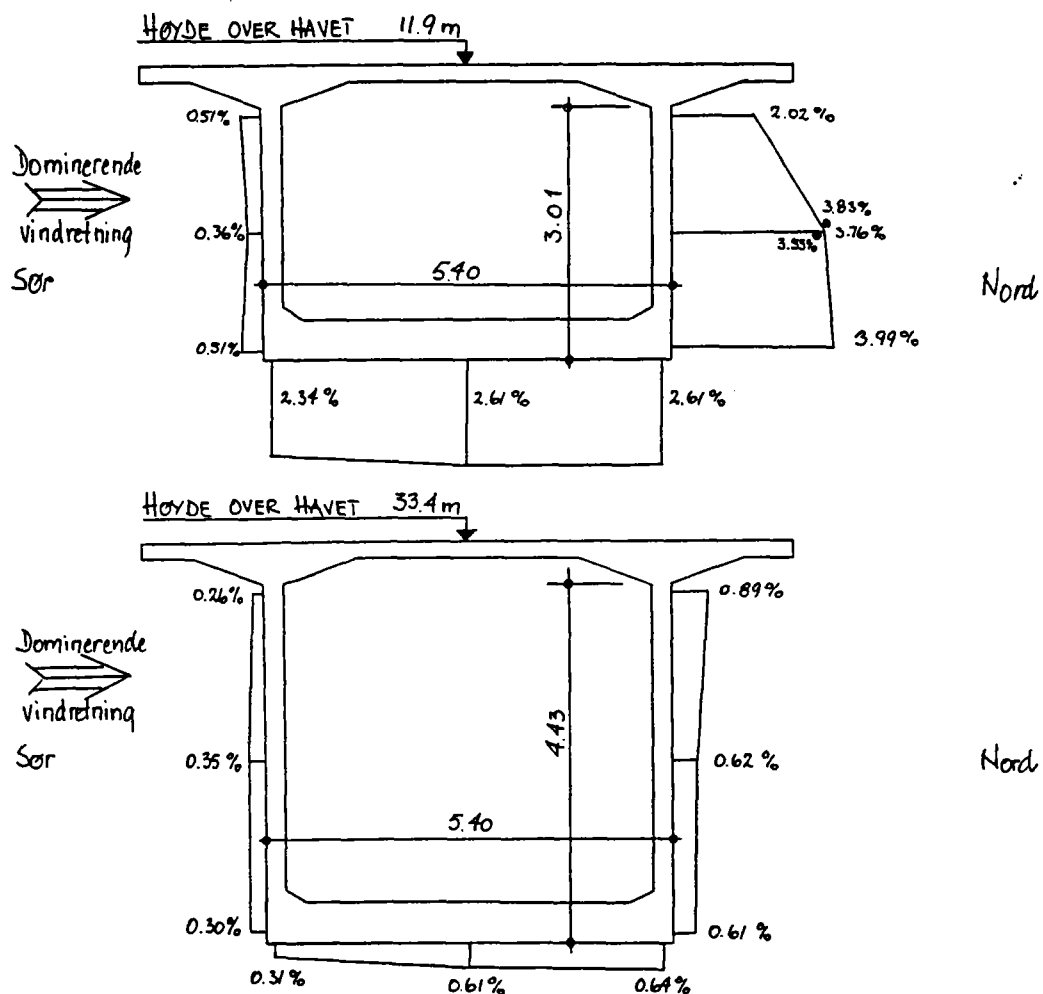


Fig. 2 Beregnet kloridbelastning (kloridkonsentrasjon på betongoverflaten  $C_s$  i % av sementvekt), avhengig av høyde over havet /2/.

Denne dokumentasjonen er så vidt klar at den eventuelt kan begynne å åpne for kvantifisering av mottiltak, d.v.s. for dimensjonering for miljøbelastning.

Å ta i bruk ny kunnskap, d.v.s. la den få praktisk innflytelse på konstruksjonsutforming og beskrivelse, kan i enkelte tilfelle være så "smertefullt" at det bare er byggherren selv som kan gjøre det. Jeg vil få nevne et eksempel på dette også:

I flere år har det vært velkjent at

- a) armeringskorrosjon er den hyppigste og alvorligste skadetyper for betongkonstruksjoner
- b) overdekningen for armeringen blir alt for ofte noe annet enn den var ment å være.

Ved litteratursøk og egne undersøkelser har vi fått fram en del data om hvordan overdekningen har vært i en del konstruksjoner /3/, se figur.

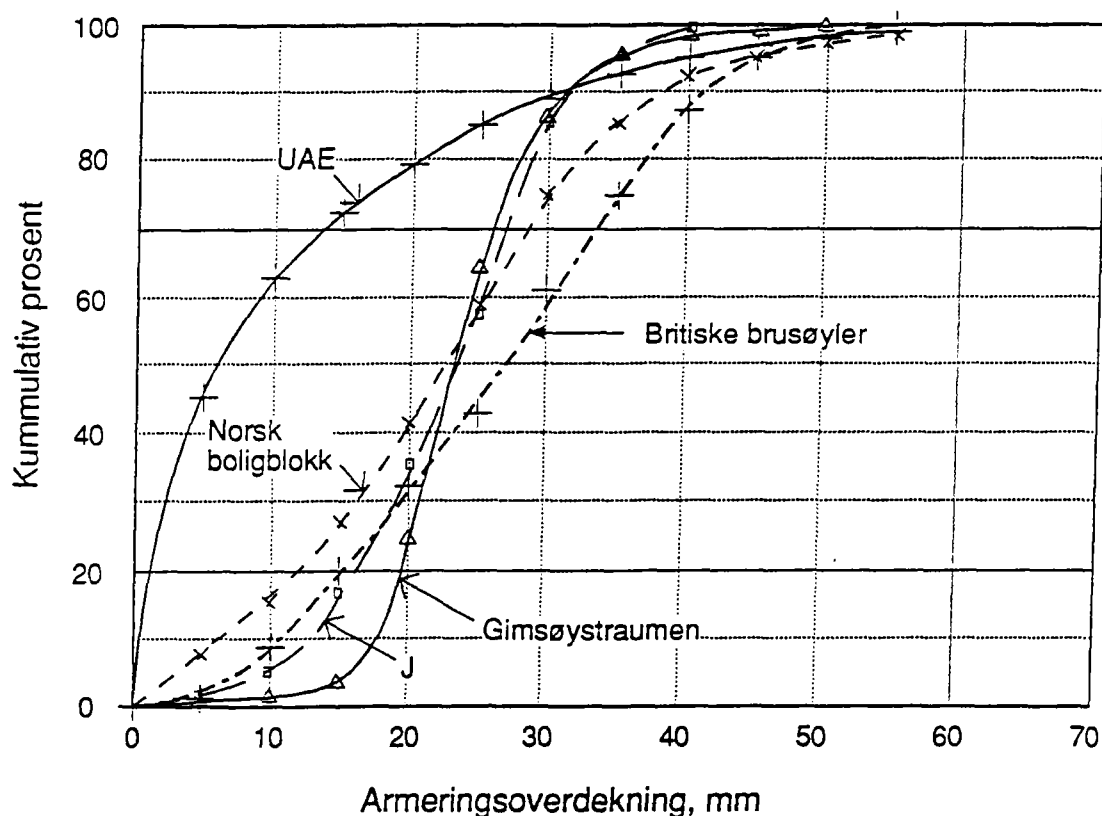


Fig. 3 Kummulativ fordeling av armeringsoverdekning registrert for ulike byggverk /3/.



Slike data viser at det i høyeste grad er behov for å finne mer robuste og sikre metoder for montasje av armering, metoder som gir sikkerhet i seg selv og som det ikke er mulig å gjøre betydningsfulle feil med. Vegvesenet har derfor utarbeidet egne regler for sikring av overdekning /4/. Reglene avviker klart fra gjeldende Norsk Standard, og innebærer bl.a. systematisk bruk av monteringsstenger som en hovedregel, se figur.

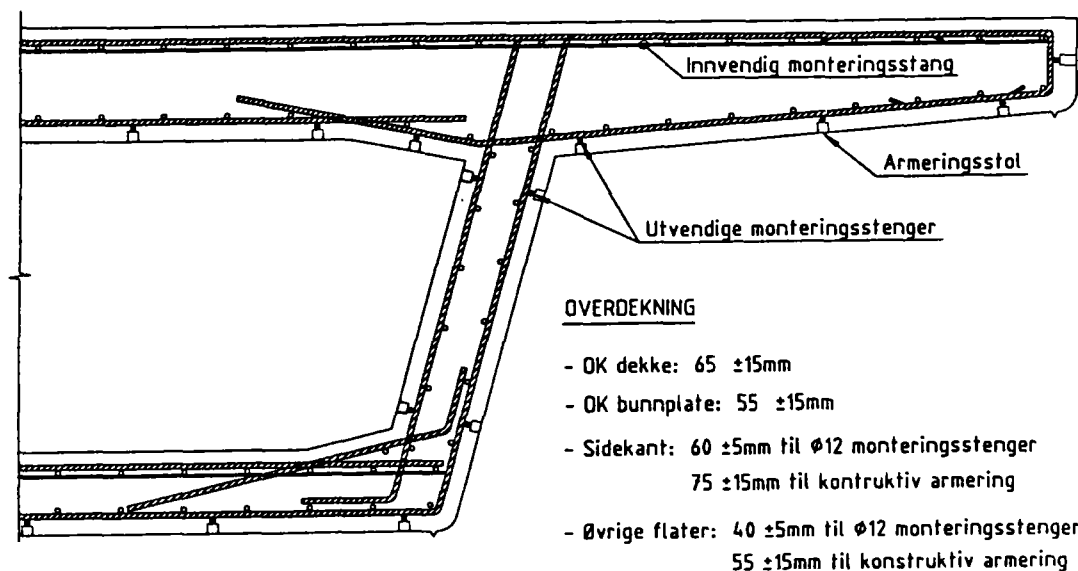


Fig. 4 Eksempel på brutverrsnitt med overdeknings-spesifikasjoner og plassering av monteringsstenger /4/.

Vi antar at de nye reglene etterhvert vil spare Vegvesenet for flere titalls millioner i framtidige vedlikeholds- og reparasjonsutgifter.

## BYGGHERRENS KVALITETSTYRING

Kvalitetstyring fra byggherrens side er mer enn å kreve kvalitetsikring innen hver enkelt av de organisasjonene han engasjerer til å arbeide for seg. Først og fremst starter den mye tidligere enn ved oppstart av utførelsen.

De aller viktigste oppgavene er selvfølgelig de strategiske valgene som tas tidlig i prosjektet:

- Lokalisering av prosjektet
- Tilknytning av riktig kompetanse til prosjektet
- Valg av konsept og grove hovedtrekk ved konstruksjonen
- Å sørge for arbeidsvilkår hvor folk greier å gjøre sitt beste.

Ingen kvalitetstyring seinere i prosjektet kan råde bot på eventuelle feil i denne tidligste fasen.

Søkingen etter kvalitetsforbedringer de seineste årene har etter min mening fokusert og forstørret smådetaljer, som kanskje har marginal betydning for byggverkets vedlikeholdsbehov, og konsentrert seg for lite om de overordnede beslutningene. Til en viss grad har vi også laget snubletråder for oss selv, kfr. spesifikasjonene for "overnervøse betonger".

Å få kvalitetsikring til å fungere som et verktøy gjennom prosjekterings- og utførelsesfasen bør være et mål for hele bransjen. Men la oss ikke ødelegge eller vanskeliggjøre prosessen ved å videreføre de trendene vi i dag ser konturene av:

Trend nr. 1:

Tilstrebingen av høyere kvalitet har ført til en dreining m.h.t. hvilken kompetanse som tillegges vekt. Vi har fått større vektlegging av teoretisk kompetanse, større faglig oppdeling og eksperter innenfor en rekke små spesialiteter. Det er få som våger å forsøke å sette alle ekspertenes råd inn i en helhetlig sammenheng. Det er fristende å ta i bruk ordet "professor-bygging", hvor en rekke detaljer isolert sett er glimrende, men hvor lite fungerer sammen.

Jeg tror det er på tide å etterspørre praktisk entreprenørkompetanse, d.v.s. kunnskap om hvordan planlegge og utføre et arbeid slik at det blir vellykket. Dette er idag den mest nødvendige, men også den minst anerkjente og verdsatte kompetansen innen betongfaget. Byggherrene burde allerede ha innsett at det hjelper de lite å få høyfaste og rissfrie prøveterninger eller -sylindre, hvis det er et holdbart byggverk de ønsker.

Trend nr. 2

Strammere kvalitetstyring innenfor hver enkelt kontrakt på bekostning av kommunikasjon og koordinering over kontraktsgrensene. Erfaringsmessig har det ofte skjedd feil og misforståelser i grensesnittene. Å unngå slike "tulle-feil" burde absolutt vært i byggherrens interesse. Bedre kommunikasjon mellom aktørene og bedre nyttiggjøring av aktørenes kompetanse burde ikke være umulig å få til.

## KONKLUSJONER

På bakgrunn av de skader som er avdekket på betongkonstruksjoner etter forholdsvis kort tids bruk, er det åpenbart at forbedringer i byggepraksis er nødvendig.

Kvalitetstyring av byggeprosjektene er ett av de midlene som vil være av nytte for å oppnå denne forbedringen. Ut fra problemene en har sett med å få kvalitetstyring til å fungere som system, og de fallgrubene en ser innenfor et kvalitetstyrings-system, er byggherrene likevel skeptiske til "moderne", ekspert-utformet kvalitetstyring. Kvalitetssystemene må få tid til å finne sin form og sitt innhold.

Minimumsfaktoren for oppnåelse av kvalitet er fortsatt den tilgjengelige kompetanse. For flergangs byggherrer vil det viktigste middelet til kvalitetsforbedring være utvikling av pålitelig dokumentasjon for å skille mellom sikker kunnskap og usikker kunnskap.

## REFERANSER

- /1/ The Norwegian Road to Improved Bridge Quality, Instrumentation, Documentation and Verification. Veglaboratoriet 1994.
- /2/ F. Fluge, Aa Blankvoll : Chloride Exposure on Gimsøystraumen Bridge, Results from Extended Condition Survey. Veglaboratoriet januar 1995.
- /3/ R. Kompen : Nye regler for sikring av overdekning. Norsk Betongdag 1994 .
- /4/ Veglaboratoriets Intern rapport nr. 1731 : Sikring av overdekning for armering.