

Intern rapport

**Intern rapport
nr. 1669**

**Bruk av glideforskaling kontra
klatreforskaling**



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

April 1994

Veglaboratoriet

Bruk av glideforskaling kontra klatreforskaling

Sammendrag

Rapporten gir en vurdering av fordeler og ulemper med bruk av henholdsvis glideforskaling og klatreforskaling, spesielt i relasjon til bygging av brutårn og søyler. I tillegg til egne vurderinger er rapporten basert på erfaringer/uttalelser fra 5 fylker.

Rapporten legger vekt på hvordan aktuelle betongtyper og forskalingsmetoder fungerer i kombinasjon, samt den vansklighetsgraden søyle/tårn-geometrien representerer for bruk av glideforskaling.

Det foreslås at forskalingsmetode bestemmes på prosjekteringsstadiet ut fra geometrisk vansklighetsgrad og miljøpåkjenning.

Skepsisen til glideforskaling er ikke underbygget med dokumentasjon. For å få sikere grunnlag for evt. framtidig bruk av glideforskaling bør det gjennomføres undersøkelser av glidestøpte konstruksjoners kvalitet og holdbarhet. Det bør også utarbeides regler for praktisk utførelse med glideforskaling.

Emneord: *Brutårn, søyler, glideforskaling. klatreforskaling*

Seksjon: *45 - Betongseksjonen*

Saksbehandler: *Reidar Kompen*

Dato: *April 1994*

/KMS

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Veglaboratoriet

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

INNHold:

1.	BAKGRUNN	Side 1
2.	OM UTFØRELSESMETODENE	1
3.	GLID OG KLATRING, FORDELER OG ULEMPER	2
4.	BETONGENS EGENSKAPER	3
5.	GEOMETRIENS BETYDNING	5
6.	OBSERVASJONER OG ERFARINGER	6
7.	UNDERSØKELSER	7
8.	MILJØ OG NØDVENDIG KVALITET	8
9.	KONKLUSJONER	9

1. BAKGRUNN

I notat av 1993-06-28 ba Vegdirektoratets Bruavdeling Veglaboratoriet om å gi en vurdering om valg av glideforskaling kontra klatreforskaling ved støp av tårnene for Kvisti bru i Hordaland.

Problemstillingen har også en mer generell aktualitet, og Veglaboratoriet ønsket å gjennomføre en noe bredere vurdering. Veglaboratoriet kontaktet derfor følgende fylker for å få deres erfaringer og synspunkter:

- Vest-Agder
- Hordaland
- Møre og Romsdal
- Nord-Trøndelag
- Nordland

Spesielt de siste årene har det muntlig, i ulike sammenhenger, blitt gitt en del synspunkter på bruk av glideforskaling og kvaliteten av filsede betongoverflater. Det har vært siktemålet i denne rapporten å få disse ned på papiret og se de i sammenheng. Dessuten har det innen satsningsområdet TUBTU blitt initiert en undersøkelse av glidestøpte søyler på Helgelandsbrua, for å få dokumentasjon av overdekningsbetongens kvalitet. For Aursundbrua i Møre og Romsdal, som bør betraktes som et pilotprosjekt i kvalitetsforbedringssammenheng og hvor anbud ble innhentet sommeren 1993, ble glideforskaling forbudt og klatreforskaling krevet.

De vurderingene som her er gjort omhandler i hovedsak bare kvalitet av det ferdige produktet og dets evne til å motstå aggressiv miljøbelastning, mens økonomiske, framdriftsmessige og estetiske momenter ikke blir tillagt tilsvarende vekt.

2. OM UTFØRELSESMETODENE

Glidestøping betraktes av de fleste som en elegant og avansert byggemetode, mens klatreforskaling betraktes som mer primitiv.

Glideformen har som regel en høyde på ca. 1,1 m, og selve forskalingshuden kan være av stål eller tre. Forskalingen jekkes hydraulisk mer eller mindre kontinuerlig oppover i små trinn. Glidehastigheten styres utelukkende av betongens avbinding. Glidehastigheten reduseres eller økes ved å øke eller minske betongens avbindingstid med tilsetningsstoff eller temperatur. Betongen støpes ut i tynne sjikt i toppen av formen, og det tilstrebes å holde formen så full som mulig for å oppnå høy glidehastighet. Undervarme har betydelig innvirkning på betongens avbindingstid, derfor må bremsing eller akselerering av glidehastigheten gjøres over relativt lang tid.

Armeringen bindes og innstøpningsgods monteres over støpefronten etter hvert som formen glir oppover. Inspeksjon av overflate og utbedring av støpesår og overflatefeil utføres umiddelbart under glideformen fra et hengestillas, etter hvert som overflaten kommer til

syne. Ved høy glidehastighet kan det derfor være betydelig tidspress på armeringsutførelsen, på overflateutbedringen og på filsing. (Pussing av overflaten med tilførsel av ekstra mørtel der dette er nødvendig.)

I Prosesskode -2 prosess 84.4 pkt. c "Etterarbeider" står følgende: "Når filsing er nødvendig, skal hele flaten på konstruksjonen filses". Ettersom en ikke kan vite om filsing vil bli nødvendig lenger opp på konstruksjonen, må dette bety at alle glidestøpte brusøyler og brutårn må filses, dersom overflatekarakteren skal være enhetlig.

Klatreforskaling er en lemmeforskaling (hud av valgfritt materiale) som løftes trinn for trinn opp, og hvor forskalingen står fast inntil den utstøpte betongen har herdnet. Forskalingsflakene kan heises med kran, eller forskalingen kan være "selvklatrende".

Fordeler og ulemper med de to utførelsesmetodene er angitt i neste kapittel.

3. GLID OG KLATRING, FORDELER OG ULEMPER

Glideforskaling, fordeler

1. Ingen horisontale støpeskjøter, unntatt ved tilsiktet/evt. utilsiktet stopp
2. Utstøping i tynne betonglag og med liten stige-hastighet gir gunstig revibrering av all betong
3. Ingen armeringsstoler i overdekningssjiktet
4. Ingen gjennomgående stag/staghull
5. Liten stige-hastighet (m/time) gir god spredning av hydratasjonsvarmen, lavere maks. temperatur og lavere herdespenninger
6. Totalt sett rask framdrift relativt uavhengig av værforhold. (Når gliden først er startet, må den gå uansett.)
7. God visuell kontroll med plassering og komprimering av betong i formen (til tross for at mye plass stjeles av løfteåk, jekker etc.)

Glideforskaling, ulemper

1. Overdekningsbetongen påvirkes av krefter i tiden fra utstøping helt fram til avbinding. Dette kan endre/ødelegge komprimeringen av betongen, gi riss av ulik størrelse, fra mikroriss til grove løfteriss.
2. Begroing og materiale som henger fast på forskalingen gir vertikale striper og sår
3. Tiden for å vurdere og utføre overflateutbedringer er begrenset. Det er risiko for at utbedringer ikke blir fullgode og at skader blir skjult av filsing.
4. Ved glidestøp vil vibrering på armeringen kunne gi hulrom langs armeringen og dårlig heft. Vibrering på armeringen er vanskelig å unngå når armeringen er tett.
5. Til dels stort tidspress på plassering og binding av armeringen

6. Utsparinger og innstøpningsgods vil plasseres med mindre nøyaktighet.
7. Fjerning av regnvann fra støpefronten kan være problematisk.
8. Utstøpningen må gå sin gang uavhengig av om været blir dårlig.
9. Problem å få jevn herdefront på hule søyler, ved kraftig solskinn/oppvarming fra en side, og ved kraftig vind/avkjøling fra en side
10. Armeringen bender, evt. kan overdekningen bli redusert dersom gliden skjevkjøres.
11. Krever større årvåkenhet og mer kontroll enn andre metoder. Døgn-kontinuerlig kontroll.

Klatreforskaling, fordeler

1. Overdekningsbetongen får ligge i ro uforstyrret fra utstøpning til betongen er herdnet.
2. Kan bestemme rivingstidspunkt for forskalingen
3. Herdetiltak kan gjennomføres, ikke større vanskelighetsgrad enn for hvilken som helst annen støp.
4. Kan ha god kontroll med armeringsmontasje, avstivning og overdekning før støp
5. Kan bestemme støpetidspunkt, kan utsette støp hvis dårlig vær

Klatreforskaling, ulemper

1. Et stort antall horisontale støpeskjøter, som kan være utette, kreve injisering for å være tette (innstøpte injeksjonsslanger)
2. Hver seksjon er forankret/holdes fast i underliggende seksjon. Temperaturkontraksjon og uttørkningssvinn i øvre seksjon kan gi vertikale riss fra støpeskjøten og oppover hvis tverrsnittet har stor dimensjon.
3. Forskalingen kan ikke flyttes i sterk vind (sikkerheten for folk), kan resultere i redusert framdrift.
4. Muligheten til å redusere framdriften kan bli en frykt for å miste framdrift, med desto større forsering av arbeidene.

4. BETONGENS EGENSKAPER

Det som er avgjørende for resultatet, er hvordan betongen og utførelsesmetoden fungerer i kombinasjon. At MA-betong med masseforhold 0.40 og lavere har til dels andre egenskaper i fersk og tidlig fase fram til den er herdnet enn "gammeldags" betong, er av vesentlig betydning for valg av utførelsesmåte.

I forhold til "gammeldags C35" med v/c = 0.48 - 0.55 og små mengder tilsetningsstoff, er MA-betong karakterisert av:

- A. vesentlig større seighet, betongen kleber til armering, arbeidsredskap og forskaling
- B. på grunn av klebrigheten får en også mer plagsom groing på forskalingen. Dette krever hyppigere og mer nøyaktig skraping/reingjøring av glideforskalingen i toppen. Groklumper og flak må ikke bli liggende inntil forskalingen.
- C. betongen har som oftest et raskere konsistenstap ved at SP-stoff mister sin virkning. Etter konsistenstap har betongen en enda mer kohesiv karakter.
- D. tiden fra betongen starter størkning til størkningen er avsluttet, blir svært kort
- E. størkningstidspunktet er meget følsomt overfor små, ellers betydningsløse variasjoner i materialsammensetning, utførelse og klima. I praksis ser en ofte (f.eks. på brudekker) at betongen størkner som et lappeteppe. I størkningsperioden ligger lapper av bløt og hard betong om hverandre i et uregelmessig mønster
- F. I den tidlige fasen (før og under størkningsperioden) er det betydelig sug (undertrykk) i betongen. Lapper som er tidligst ute med størkningen, kan suge vann fra de lappene som er seinest ute med størkningen
- G. Større varmeutvikling, dermed er potensialet for temperaturgradienter og skjeve herdefronter også større.

Glidhastigheten bestemmes ene og alene av betongens avbinding. Hvis formen kjøres for raskt, vil betongen være for bløt og gli ut når den kommer fram ved underkant form, dvs. en får utglidning og sår som må lappes. Hvis formen kjøres for sakte, vil en få tendens til fastbrenning på formen. Klumper/flak som sitter fast på formen vil skrape oppover og lage sår. Ved løfting av formen må betongens klebing til formen være mindre enn dens egen skjærfasthet for at løfteriss skal unngås. Horisontal armering (som ligger ytterst) vil virke som rissindikator for løfteriss.

Med de egenskapene som er angitt å være karakteristisk for MA-betong ovenfor, sier det seg selv at det skal svært lite til for at betongen skal være for bløt på ett sted og for stiv på et annet sted på samme kotenivå. Det skal også til ganske lite skjevhet på størkningsfronten før betongen blir for bløt på den ene siden og for stiv på den andre siden av en søyle eller vegg.

Risikoen for skader fra glideforskaling kan reduseres med enkelte betongteknologiske virkemidler:

1. Korngradering med tett pakning og ubetydelig overskudd av finstoff. Dvs. tilslagskornene låser hverandre ("aggregate interlock") når betongen er komprimert. Slik betong er imidlertid svært vanskelig å støpe ut uten å få støpesår der det er tett armering, betongen har liten margin for å tåle separasjon.
2. Mengden tilsetningsstoff må være ganske moderat, slik at den ferske betongen blir karakterisert mer av friksjonsegenskaper enn av kohesjonsegenskaper. Slik betong vil enten være meget stiv eller måtte ha høyere masseforhold, med mindre tilslaget har et usedvanlig lavt vannbehov.

Risikoen for skader fra glideforskalingen kan også reduseres, dersom en bruker stålhud og ved utførelsen er pinlig nøye med

- å holde formen rein for begroing til enhver tid
- å gjøre "alt" for å unngå skjev størkningsfront
- at lagtykkelse og utstøpning i toppen ikke varierer.

5. GEOMETRIENS BETYDNING

Den geometriske utformingen av søyle-/tårntverrsnittet har betydelig innvirkning på resultatet av glidestøping.

Skarpe hjørner vil være langt mer utsatt for å få løfteriss og utglidning enn avrundede hjørner. Hvis glidestøp skal være aktuelt, bør god avrundning av alle hjørner være en selvfølge. Dette er også et viktig tiltak for å redusere lo/le-effekten.

Ved glidestøping av hule søyler vil en som hovedregel få høyere lufttemperatur inni søylen enn utenfor. Dette resulterer i skjev størkningsfront. Hule søyler må ha god avlufting hvis glidestøp kan være aktuelt. Arbeidsplattformen inni søylen ved glideforskalingen må ikke hindre luftstrømmen.

Variabel tykkelse av betongtverrsnittet vil også gi varierende temperaturutvikling og skjev størkningsfront. Det er derfor begrenset hvor store variasjoner en kan ha i betongtykkelse i tverrsnittet om en skal vurdere glidestøping med MA-betong.

Ved glidestøping kan en justere formens dimensjoner gradvis og kontinuerlig. Slik justering vil imidlertid endre "slippen" for betongen. Utvidelse av formen vil kunne gi trinnvis utglidning av betong som har mistet konsistens, men som ikke er avbundet. Innsnevring vil gi større påhengskrefter og økt risiko for løfteriss. Tilsvarende krefter vil virke på overflatearmeringen.

Desto flere justeringer som må gjøres samtidig, jo større blir risikoen for overflateskader. Aktuelle justeringer er:

1. Innsnevring av veggtykkelse
2. Innsnevring av en hul søyles ytre dimensjoner
3. Justering av søylens plassering avhengig av høyden, f.eks. to tårn glir skrått mot hverandre.

Valg av glideforskaling som utførelsesmetode bør ikke sees på som et ja/nei-spørsmål. I meget stor grad bør det være et spørsmål om i hvilken grad konstruksjonens geometri ligger til rette for det, og hvor mange vanskeligheter som må takles samtidig under utførelsen. En karakterisering av i hvilken grad glidestøping kan være en risikomessig akseptabel metode kan være:

- I. Søyler med massivt og konstant tverrsnitt og med avrundede hjørner
→ Generelt mulig
- II. Hule søyler med god lufting vertikalt, konstant tverrsnitt eller innsnevring av tverrsnittet på innsiden. Godt avrundede hjørner og noenlunde jevntykt

betongtverrsnitt.

→ Vanskelig, men gjennomførbart under stabile værforhold

III. Hule søyler med 2 eller flere justeringer av tverrsnitt/beliggenhet samtidig. Kun avfasede hjørner eller sterkt variabel betongtykkelse.

→ Meget stor vanskelighetsgrad, uakseptabel stor risiko for skader ved bruk av glideforskaling

Mht. hva som er antydnet som "akseptabelt", er det tenkt på utendørs konstruksjoner i marint klima. (Se kap. 9. Konklusjoner for nærmere detaljer)

6. OBSERVASJONER OG ERFARINGER

Nedenfor er gitt noen kommentarer til de enkelte fylkenes erfaringer og oppfatninger.

Vest-Agder, Ny Varoddbru

Som bakgrunn for observasjonene kan det tilføyes at den høye betongkvaliteten C 65 MA er oppnådd med HS 65-sement og masseforhold 0.40. Betongens vannbehov var lavere enn det som er normalt for MA-betong, og tilsetningsstoffbruken var derfor også mer moderat enn hva som er vanlig. Betongen var derfor ganske vennlig i forhold til det en ofte opplever ellers.

Tverrsnittet hadde to vanskeligheter:

1. Variasjonen i tverrsnittstykkelse 0,5 og 1,15 m
2. Reduksjon i veggtykkelse fra 1,15 til 0,4 m, ikke gradvis, men i "ett jafs".

Vanskelighetsgraden var derfor omtrent som i "klasse II" i kapitlet foran.

Utførelsen var karakterisert av meget grundig planlegging og tilrigging, og stor erfaring hos de involverte. Det er neppe noen tvil om at dette har vært avgjørende for det gode resultatet. Likevel var altså høyst normale endringer i værforholdene tilstrekkelig til å gi skader.

Nordland, Helgelandsbrua og Støvset bru

Fylket angir en gryende skepsis til glideforskaling uten å konkretisere nærmere.

Ut fra eget kjennskap til byggingen av Helgelandsbrua tilføyes følgende:

Glidestøpingen av viaduktsøylene, som har massivt, konstant tverrsnitt og kun avfasede hjørner, betongkvalitet C 45 MA, var som en lek i forhold til brutårnene. Brutårnene hadde alle de geometriske vanskelighetene som er nevnt i kapittel 5, og betongen C 65 MA med P 30-sement og masseforhold 0.31 hadde i utstrakt grad alle de vanskelighetene som er

beskrevet i kapittel 4. Tårn akse 6 ble i tillegg glidd opp vinterstid med alle de værmessige vanskelighetene en kan tenke seg, samt noen til. Prosjektet bør være velegnet til å dokumentere hvilken spennvidde i kvalitet som oppnås med glidestøp.

Møre og Romsdal

Det er interessant å merke seg at skadebildet på Runde bru (ferdig bygd i 1982, ikke MA-betong) ikke er forskjellig avhengig av om det er benyttet glideforskaling eller fast forskaling.

Videre var det en interessant registrering fra Bergsøysundbrua at ufilset flate hadde lavere vanninntrengning enn filset overflate. En bør ha det forbeholdet i bakhodet at denne registreringen var basert på svært få prøver. Hvis registreringen er korrekt, kan det tolkes som en bekreftelse på at det er uheldig å utsette overdekningsbetongen for krefter og deformasjoner i størkningsfasen.

Nord-Trøndelag, Nærøysundbrua og Skarnsundbrua

Tårnene på Nærøysundbrua var i "klasse II" (kap. 5), og utført i C 35 uten SP-stoffer.

For Skarnsundbrua gjelder de samme forskjellene i geometrisk vanskelighet mellom viadukt-søyler og tårn som for Helgelandsbrua. Viaduktssøylene var imidlertid så tett armert at det var vanskelig å få betongen inn i tverrsnittet fra siden. Tårnene kan klassifiseres i "klasse III" etter kap. 5. Betongen i både søyler og tårn var støpelighetsmessig som en gjennomsnittlig C 45 MA ($m \leq 0.40$).

Værforholdene under glidestøpene på Skarnsundbrua må betegnes som gunstige.

En kan for øvrig merke seg følgende:

"Treform må ikke brukes." "Staghullene etter jekkestålene har lett for å bli stående igjen, gjerne da delvis vannfylt."

7. UNDERSØKELSER

I likhet med mange andre produkter har glidestøpte søyler og tårn vært lite gjenstand for undersøkelser og dokumentasjon. Materialet denne rapporten bygger på, illustrerer antakelig et tverrsnitt av de undersøkelsene som er foretatt.

På Varoddbrua er det utboret enkelte kjerneprøver som er vurdert visuelt. På Bergsøysundbrua er utborede kjerner (13 stk.) testet mht. vanninntrengning. For senkekassa på Klauvaskallen (Salhusbrua) er det for dokumentasjon av kvaliteten boret ut kjerneprøver som er undersøkt mht. vanninntrengning, kapillærsug, PF-faktor, mikrostruktur (tynnslip) og trykkfasthet.

På Skarnsundbrua er et parti nederst på det ene tårnet sandblåst for inspeksjon av "betongen under".

Den siste typen av undersøkelse er sannsynligvis den metoden som kan avsløre mest om glidestøpsmetodens karakteristika. Dersom glidestøp er kvalitetsmessig tvilsom, er det neppe gjennomsnittskvaliteten, men kvalitetsspredningen og frekvensen av defekter som er problemet. Slike kvalitetskarakteristika kan neppe klarlegges ved stikkprøver, det må utføres kontroll i meget stor skala. Laboratoriemetoder med meget små prøvestykker er helt uegnet for å vurdere konstruksjonsdelens egenskaper.

Under Vegvesenets satsningsområde TUBTU er det initiert storskala undersøkelse av glidestøpte viadukt søyler på Helglandsbrua. Disse tilhører som tidligere nevnt laveste vanskelighetsgrad. Resultatene fra denne undersøkelsen bør kunne indikere om glidestøpsmetoden i det hele tatt er egnet som produksjonsmetode for søyler i værhardt kystklima. Hvis den er det, vil det i neste omgang være spørsmål om hvilken vanskelighetsgrad som vil kunne være akseptabel.

8. MILJØ OG NØDVENDIG KVALITET

Betraktninger om nødvendig kvalitet har ofte værhardt marint klima som underforstått forutsetning.

Med hensyn til skaderisiko er det helt klart forskjell mellom

- værharde, ytre kyststrøk
- skjermede, indre kyststrøk
- innlandsklima.

Grensene for nå de enkelte byggemetodene kan benyttes, kan meget vel tenkes nyansert etter påkjenningsgrad og skaderisiko, eller om man vil: Konsekvensen av mulig defekter.

Hvilken betydning ulike typer av opprissing har for skaderisiko, er det svært begrenset grunnlag for å ha noen formening om. I den grad det fins forskningsresultater på dette området, gjelder det belastningsriss og ikke riss oppstått i betongens unge alder. I og med at en ikke har dokumentasjon for at løfteriss og annen opprissing eller porøsitet i overdekningsbetongen er ufarlig, er det naturlig å være meget skeptisk. Hvis en kan unngå slike defekter, ville det om ikke annet fjerne et usikkerhetsmoment.

En vet fra praksis at betong har en ikke ubetydelig selvlegingsevne ved at Ca(OH)_2 felles ut i porer og riss, og dermed tetter betongen. Dette er en betydningsfull egenskap hos betong. Når det gjelder å kvantifisere effekten av dette mht. bestandighet, står en imidlertid på bar bakke.

9. KONKLUSJONER

Både fordeler og ulemper er knyttet til så vel glideforskaling som klatreforskaling. Klatreforskaling har få avvik fra konvensjonell forskaling, slik at den største usikkerheten og skepsisen er knyttet til bruk av glideforskaling.

Valg av glidestøping som utførelsesmetode bør ikke sees på som et ja/nei-spørsmål. Svaret bør nyanseres etter

1. Miljøpåkjennningene
2. Geometrisk vanskelighetsgrad
3. Betongens vanskelighetsgrad.

Med de betongegenskapene som erfaringsmessig er å forvente med masseforhold 0.40, foreslås følgende regler for hvilke tilfeller glidestøp bør aksepteres benyttet:

Tabell X: Akseptgrenser, ikke dokumentert produksjonssted

Miljøpåkjennning	Geometrisk vanskelighetsgrad		
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
Værhardt marint klima	<i>Nei</i>	<i>Nei</i>	<i>Nei</i>
Skjermede, indre kyststrøk	<i>Ja</i>	<i>Nei</i>	<i>Nei</i>
Innlandsklima	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Nei</i>
Innendørs	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>

Dersom en på det aktuelle produksjonsstedet har erfaringer både med betongegenskaper og utførelsesmannskap som dokumenterer

1. at betongen ikke har de negative egenskapene beskrevet i kap. 3 i nevneverdig grad, og
 2. at mannskapet behersker så vel planlegging, tilrigging, utførelse og kontroll på betryggende måte og fungerer som et enhetlig team,
- bør en kunne flytte grensene for når glidestøp bør kunne aksepteres:

Tabell Y: Akseptgrenser, dokumentert produksjonssted

Miljøpåkjenning	Geometrisk vanskelighetsgrad		
	I	II	III
Værhardt marint klima	Ja	Nei	Nei
Skjermede, indre kyststrøk	Ja	Ja	Nei
Innlandsklima	Ja	Ja	Ja
Innendørs	Ja	Ja	Ja

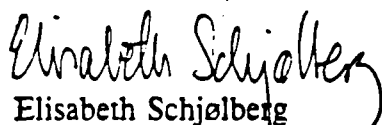
Klassifisering av geometrisk vanskelighetsgrad:

- I. Søylor med massivt, konstant tverrsnitt og med godt avrundede hjørner ($R \geq 0,3$ m)
- II. Hule søylor med god lufting vertikalt, konstant tverrsnitt eller gradvis innsnevring på innsiden. Godt, avrundede hjørner og lite variasjon i betongtykkelse over tverrsnittet.
- III. Hule søylor med 2 eller flere justeringer av tverrsnitt/beliggenhet samtidig. Kun avfasede hjørner eller sterkt variabel betongtykkelse.

Betydningen valget av utførelsesmåte for søylor og tårn har for det endelige produktets kvalitet, er usikker og basert mer på subjektivt skjønn enn på dokumentasjon. Byggherren bør derfor velge utførelsesmåte i hvert enkelt tilfelle (eventuelt valgfrihet for entreprenøren), og angi sitt valg klart og entydig i anbudsbeskrivelsen.

Usikkerhetene om kvaliteten av konstruksjoner støpt med glideforskaling er av en slik karakter at nærmere undersøkelser bør gjennomføres. Dersom slike undersøkelser viser at metoden har "livets rett" også for miljøpåkjennte konstruksjoner, bør det utarbeides eget regelverk for praktisk utførelse med glideforskaling.

Veglaboratoriet
Betongseksjonen


Elisabeth Schjølberg
seksjonsleder


Reidar Kompen
sivilingeniør