

**Publikasjon nr. 9**

# **Betongoverflater**

HØRINGSUTKAST DESEMBER 2019

## Forbehold om ansvar

Denne publikasjonen fra Norsk Betongforening er utarbeidet av en prosjektgruppe sammensatt av fagpersoner utnevnt av publikasjonskomiteen i foreningen.

I prosessen med utarbeiding av publikasjonen, er det lagt vekt på å sikre at innholdet er i samsvar med kjent viten og de standarder som var gjeldende da arbeidet ble avsluttet.

Publikasjonen har vært på høring i fagmiljøet.

Noen feil eller mangler kan likevel forekomme.

Norsk Betongforening forutsetter at publikasjonen brukes av personer med den nødvendige faglige kompetansen, og med forståelse for de begrensningene og forutsetningene som er lagt til grunn. Feil tolking og bruk av innholdet i publikasjonen er ikke Norsk Betongforening sitt ansvar.

Norsk Betongforening, eller medlemmer i prosjektgruppen og publikasjonskomiteen, har ikke ansvar for direkte eller indirekte følger av eventuelle feil eller mangler i publikasjonen, eller bruken av innholdet i publikasjonen.

HØRINGSUTKAST DESEMBER 2019

# NB 9 Betongoverflater

## Innholdsfortegnelse

1	Spesifikasjon av betongoverflater .....	7
1.1	Klassifisering og evaluering av overflateporer .....	7
1.2	Klassifisering og evaluering av gråtone .....	8
1.3	Klassifisering og evaluering av skjolding .....	8
1.4	Klassifisering av forskalings skjøter .....	9
1.5	Spesifikasjon av hjørner .....	10
1.6	Spesifikasjon av staghull.....	10
1.7	Spesifikasjon av øvrige toleransekrav .....	10
2	Veiledning til spesifikasjon av overflater.....	10
2.1	Innledning.....	10
2.1.1	Entreprenørens kontrollplan .....	10
2.1.2	Byggherrens plikter .....	11
2.1.3	Behandling av overflater .....	11
2.1.4	Tidspunkt for befaring og kontroll.....	11
2.1.5	Manglende samsvar .....	11
2.2	Hvordan kvantifisere og evaluere porer?.....	11
2.2.1	Plassering og omfang av målepunkter .....	11
2.2.2	Analyseverktøyet BetongGUI .....	11
2.2.3	Metode med fullt kameraoppsett.....	12
2.2.4	Forenklet metode for fotografering.....	13
2.2.5	Manuell telling av porer .....	13
2.3	Hvordan beskrive og evaluere gråtone? .....	14
2.3.1	Måleinstrumenter for gråtone .....	15
2.4	Hvordan beskrive og evaluere skjolding?.....	16
2.5	Hvordan spesifisere forskalings skjøter?.....	19
2.5.1	Omfang på måling av skjøteklasser.....	19
2.5.2	Glippe i formskjøter.....	19
2.5.3	Forskyvning mellom formskjøter.....	20
2.5.4	Tillatt dybde på svank i plan skjøt .....	21
2.5.5	Forsegling av formskjøter.....	22
2.6	Hvordan beskrive utførelse av hjørner.....	22

2.7	Hvordan beskrive utførelse av staghull .....	23
2.8	Hvordan spesifisere øvrige toleranser .....	23
2.8.1	Retningstoleranser .....	24
2.8.2	Planhetstoleranser .....	25
2.8.3	Tillatt avvik sprang.....	26
2.8.4	Svanker og bulninger .....	26
2.9	Bruk av referansebygg.....	27
2.10	Bruk av prøvestøp og prøveflick.....	27
2.10.1	Gjennomføring av prøvestøp .....	28
3	Råd og prinsipper for utførelse .....	30
3.1	Produksjon av betongoverflater med spesielle krav til utseende.....	30
3.1.1	Forskalingens tilstand.....	30
3.1.2	Forskalingshuden.....	31
3.1.3	Forskalingsskjøter.....	32
3.1.4	Staghull.....	33
3.1.5	Forskalingsoljer og -voks .....	34
3.2	Betongsammensetning og -egenskaper .....	34
3.3	Utførelsen av støpearbeider .....	35
3.3.1	Remiksing ved ankomst.....	35
3.3.2	Utstøping av betongen .....	35
3.3.3	Vibrering av betongen .....	35
3.3.4	Stigehastighet ved støp .....	36
3.3.5	Støpeutførelse med selvkomprimerende betong .....	37
3.3.6	Oppstart av støp med SKB.....	37
3.3.7	Underforskaling .....	38
3.3.8	Spesielle forhold ved skrå forskaling og overforskaling .....	38
3.4	Etterarbeid ved betongstøp .....	38
3.4.1	Riving av forskaling.....	38
3.4.2	Etterbehandling og herdetiltak .....	39
4	Reparasjoner og utbedring/flick.....	39
4.1	Type støpefeil som må repareres eller flikkes.....	40
4.2	Reparasjonsmaterialer .....	40
4.3	Forarbeid ved utbedringer .....	41
4.4	Herdetiltak ved utbedringer .....	42
4.5	Reparasjonsmetoder .....	42
4.5.1	Utbedring med mørtel eller betong .....	42

4.5.2	Reparasjon med plastbaserte materialer og maling .....	44
4.5.3	Reparasjon med sprøytebetong .....	44
4.5.4	Porefylling.....	45
4.5.5	Lasering.....	45
4.5.6	Tetting av riss og sprekker.....	48
4.5.7	Utbedring av misfarging fra kalkutslag og rustvann.....	50
4.5.8	Fjerning av kalkutslag .....	50
4.5.9	Fjerning av rustvann .....	51
5	Referanseprosjekter .....	52
5.1	Oslo-området .....	52
5.2	Utenfor Oslo .....	52
6	Litteraturliste.....	54

HØRINGSUTKAST DESEMBER 2019

# Forord

Denne publikasjonen er tiltenkt arkitekt, byggherre og entreprenør, for å oppnå en gjensidig forståelse om hvilken kvalitet de eksponerte glattforskalte betongoverflatene forventes å ha, og hva som gjøres i ulike tilfeller av avvik. Spesifikasjonen kan benyttes på alle prosjekter, som ønsker en gitt overflatekvalitet på synlig betong. De ulike klassene setter krav til en målbar overflatekvalitet.

Spesifikasjonsdelen vil kunne gjelde både plasstøpt betong og betongelementer. Veiledningsdelen er hovedsakelig utarbeidet med tanke på utførelser i plasstøpt betong, men flere deler av innholdet vil også gjelde for betongelementprosjekter.

Boken *Betongoverflater* (Krokstrand et al., 2011) har fokus på betongens estetiske verdier. Den viser betydningen av samspillet mellom betongens sammensetning, form og utførelse på den ene siden og hvor viktig det er med et godt samarbeid mellom arkitekt, rådgivende ingeniør, entreprenør og leverandør på den andre. Bygg uten grenser har gitt ut to dokumenter med basis i boken, henholdsvis en folder og en anvisning; «Hvordan beskrive synlige betongoverflater» og «Beskrivelse av synlige Betongoverflater». Denne publikasjonen ønsker å være et verktøy som gir felles forståelse av kvaliteten av en ønsket betongoverflate.

Publikasjonen er utarbeidet av en arbeidsgruppe bestående av:

Sverre Smeplass, Skanska  
Tone Østnor, Sintef/Norcem  
Lise Bathen, Statens Vegvesen/Vegdirektoratet  
Tor Øyvind Lehmann, Backe Gruppen/Skanska  
Silje G. Ytterdal, Multiconsult  
Ingrid Hegseth, Skanska  
Ole Krokstrand  
Andreas Sjaastad, Veidekke  
Berit G. Petersen, Multiconsult/Unicon AS

Takk til våre bidragsyttere: Veidekke, Cemex, Unicon, Norcem, Fabeko, Betongelementforeningen, Norsk Forening for Betongrehabilitering, Norsk Betongforening

Desember 2019

Norsk Betongforening

## «Nøkkelen til suksess»

Betong har karakter og estetikk som ikke finnes i andre byggematerialer. Spesielt er de uendelige muligheter for variasjon i overflaten unike.

Betongoverflaters visuelle uttrykk fremstår alltid på forskjellige måter – fra de minste porer til de dypeste sjatteringer og gråtonevariasjoner. Og det er nettopp disse variasjonene som er med på å skape betongens dynamiske egenskaper. Man ikke kan forvente seg porefrie, ensfargede flater i betong. Ønsker man noe annet kan flaten like gjerne være malt.

En forutsetning for å lykkes i å oppnå det tilsiktede resultat er at alle involverte parter (byggherre, arkitekt, rådgivende ingeniør, entreprenør og betongleverandør og leverandør av betongelementer) har samme oppfatning av hvilke estetiske krav som forventes. Dette oppnås best i et samhandlingsmøte med ett innhold og omfang som er avtalt på forhånd. Publikasjonen kan benyttes som ett verktøy for å avstemme forventningene til betongoverflatene mellom de involverte partene.

Ønsker man å stille de strengeste krav til utførelsen, se kapittel 1, anbefales å gjennomføre en «anbudskonferanse». Den avholdes før det gis pris og tar seg av spørsmål anbyderne måtte ha til beskrivelsen. Samtidig gir den byggherren/arkitekt/RIB mulighet for å presisere hva som er ambisjonsnivået. Konferansen resulterer i et referat som blir en del av prosjektbeskrivelsen. Publikasjonens mål er å skape målbare krav slik at oppfatningen om man har nådd målet blir mindre subjektive.

Den visuelle opplevelsen av en overflate er i høy grad avhengig av avstanden man ser flaten fra. Øyet oppfatter flaten som helhetlig, det vil si innenfor flatens fysiske begrensninger. Synsfeltet kan også være begrenset til den delen av flaten som man visuelt oppfatter på «en armlengdes avstand». Forskjellige avstander tar inn ulike deler av helheten, som igjen gir ulike visuelle opplevelser. Derfor vil det være riktig å ha forskjellige overflatekrav til en flate som normalt betraktes på stor avstand og en flate som vil bli betraktet på en til to meters avstand, siden spesielle overflatekrav også vil ha en kostnadsside. Det vil således være helt naturlig å variere overflatekravene på ett og samme bygg avhengig av hvorledes de forskjellige bygningsdeler skal betraktes.

Det vil være vanlig å oppleve at partier på en eller flere vegger med spesielle overflatekrav avviker fra kravene som er satt. Da er det greit å ha i minne at det er totalopplevelsen av den totale flaten som er avgjørende. Selv de mest lovpriste betongbygg har overflatepartier som langt overskrider kravene som er satt, uten at det ødelegger helhetsinntrykket.

Der det settes spesielt strenge overflatekrav, som klasse A eller B, bør det beskrives en fullskala prøvestøp i beskrivelsen. Prøvestøpen kan gjerne utføres på et område i bygget som ikke er så synlig som i en kjeller eller lagerområde, se kapittel 2.10.

Entreprenøren og byggherren bør i alle tilfeller hvor det stilles krav til betongoverflaten utarbeide en egen spesifikk plan for kvalitetskontroll av det arbeidet som skal utføres.

# Definisjonsliste

Overflatepore	Overflateporer er små jevne eller ujevne hulrom som enten er direkte synlige ved avforming av betongoverflaten, eller som er skjult like under overflaten, og blir synlige ved kosting eller annen lett mekanisk påkjenning.
Støpefeil	Overflatefeil eller hulrom som har størst utbredelse i overflateplanet større enn 15 mm regnes som støpefeil.
Riss	Riss defineres i denne publikasjonen å være overflatefeil som har en største utstrekning / lengde som er mer enn 100 ganger minste utstrekning/ vidde. Slike feil omtales ikke som porer i denne publikasjonen.
Sprang	Sprang kan defineres som planhetsavvik i form av en trappetegformet nivåforskjell i overflaten
Grater	Grater er utstikkende ujevnheter som er lange i forhold til bredden
Svanker	Svanker defineres som planhetsavvik i form av en fordypning i forhold til omliggende flate.
Bulninger	Bulninger defineres som planhetsavvik i form av en forhøyning i forhold til omliggende flate.

HØRINGSUTKAST DESEMBER 2019



# 1 Spesifikasjon av betongoverflater

Publikasjonen gir konkrete anbefalinger for hvordan krav kan formes for glattforskalt flater, og hvordan forventning og resultat kan avstemmes mellom kontraktspartene. Spesifikasjon av betongoverflater vil som regel være en kombinasjon av:

- krav til målbare størrelser,
- en subjektiv beskrivelse av ønsket resultat
- og/eller henvisning til referanser, enten i form av bildemateriale, eller konkrete referanseobjekter.

Opptreden og omfang av overflateporer er i all hovedsak målbare størrelser, men det er likevel viktig at både målemetode og forventet resultat er entydig definert. Publikasjonen gir et system for klassifisering og evaluering av overflateporer, og beskriver en målemetode som er tilpasset dette systemet.

Spesifikasjon av hjørner og skjøter mellom forskalingsflak kan også knyttes til målbare størrelser og toleranser. Noen krav er direkte knyttet mot gjeldende standarder og regelverk. Publikasjonen gir ett system for klassifisering av forskalings skjøter som ikke er dekket i gjeldene standard og regelverk.

For andre effekter, som fargetone og skjolding vil det være nødvendig å henvise til referansemateriale ved spesifikasjon av ønsket resultat. Her er det viktig at kontraktspartene gjør mest mulig entydige avtaler om hvordan og når resultatet skal evalueres. Ved bruk av bildemateriale eller referanseprosjekter er det som regel usikkert om det vil være mulig å gjenskape det ønskede uttrykket. Det er derfor ofte nødvendig å gjennomføre en eller helst flere prøvestøper, der forutsetningene i ordinær produksjon gjenskapes så langt det lar seg gjøre. Gjennomføring av slike prøvestøper er nærmere omtalt i kapittel 2.10.

## 1.1 Klassifisering og evaluering av overflateporer

Overflateporer er små jevne eller ujevne hulrom som enten er direkte synlige ved avforming av betongoverflaten, eller som er skjult like under overflaten, og blir synlige ved kosting eller annen lett mekanisk påkjenning. Overflateporer er forårsaket av luftblærer eller bleedingvann som ikke har unnsuppet under støp. Metoder for telling av porer og måling av porestørrelser er omtalt i veiledningsdelen av publikasjonen, se kapittel 2.2. Dersom det er grunn til å mistenke et visst omfang av skjulte overflateporer, skal overflaten kostes før telling av porer og måling av porestørrelser.

Porer som har størst utbredelse i overflateplanet større enn 15 mm, defineres i denne publikasjonen som støpefeil. Støpefeil skal vanligvis utbedres ved flikk eller reparasjon hvis det stilles estetiske krav til overflaten, eller hvis støpefeilen kan ha konsekvenser for konstruksjonens bestandighet.

Porer og støpefeil med dybde større enn 10 mm bør alltid utbedres, uansett utbredelse i overflateplanet.

Riss defineres i denne publikasjonen å være overflatefeil som har en største utstrekning / lengde som er mer enn 100 ganger minste utstrekning/ vidde. Slike feil omtales ikke som porer i denne publikasjonen.

Klassifiseringssystemet for porer er delt inn i tre klasser (A-C), hvor det er gitt krav til maksimalt antall porer innenfor porestørrelsene 1-5 mm, 5-10 mm og 10-15 mm, se Tabell 1. I tillegg er det gitt en klasse D, hvor det ikke stilles krav til antall overflateporer.

Klassifiseringssystemet skiller mellom lokale og globale krav. Lokale krav gjelder alle enkeltmålinger for objektet det stilles krav til, mens globale krav gjelder gjennomsnittet for en serie målinger på hele

objektet. For å tilfredsstillere en gitt poreklasse må begge kravene tilfredsstillers. Kravene er nærmere beskrevet i veiledningsdelen, se kapittel 2.2.

Tabell 1 Poreklasser. Lokale og globale krav, maksimalt poreantall per m<sup>2</sup>

Porediameter	Maksimalt tillatt antall porer per m <sup>2</sup> (lokalt / globalt)			
	Poreklasse A	Poreklasse B	Poreklasse C	Poreklasse D
1-5 mm	800 / 800	2500 / 2500	Ingen krav	Ingen krav
5-10 mm	20 / 20	100 / 50	300 / 200	Ingen krav
10-15 mm	5 / 1	10 / 5	30 / 15	Ingen krav

## 1.2 Klassifisering og evaluering av gråtone

Ønsket gråtone kan enten beskrives ved hjelp av en referanse, eller ved angivelse av gråtone og eventuelt fargemetning etter NCS-systemet.

Variasjon i materialsammensetning, formmaterialer, støpeteknikk, herdetiltak og værforhold påvirker oppnådd resultat. I prosjekter der det stilles krav til betongens gråtone bør man beskrive og utføre en eller flere prøvestøper. Prøvestøpene gir mulighet til å avstemme forventningene mellom kontraktspartnerne og avtale akseptabelt variasjonsområde.

Prøvestøp kan utføres i fullskala eller i redusert skala, men materialvalg og randbetingelser må uansett være best mulig tilpasset forholdene under ordinær produksjon. Gjennomføring av prøvestøp er videre beskrevet i kapittel 2.10.

Resultatet fra prøvestøp er vanligvis ikke stabilt før det har gått en viss tid etter støp. Sluttresultatet vil være sterkt påvirket av fuktforhold og eventuell kalkutfelling i herde- og uttøringsperioden. Det er derfor viktig å dokumentere resultatet på et på forhåndsavtalt tidspunkt, og bruke denne dokumentasjonen for avstemming mot resultatet i ferdig konstruksjon.

## 1.3 Klassifisering og evaluering av skjolding

Skjolding er lokal variasjon i gråtone og/eller fargetone. Dette inkluderer variasjoner mellom støpeavsnitt eller elementer. Skjolding gir gjerne et tilfeldig uttrykk, og kan variere sterkt innenfor samme støpeavsnitt, og fra avsnitt til avsnitt. Fargeforskjeller som skyldes urene forskalingsflak, misfarging fra rustvann etc. anses som utførelsesfeil, og ikke som skjolding.

Skjolding oppfattes normalt ulikt på forskjellige observasjonsavstander. I publikasjonen er observasjonsavstanden delt inn i tre nivåer:

- **Fasadenivå (F):** Observasjonsavstand 10-100 meter
- **Detaljnivå (D):** Observasjonsavstand 2-10 meter
- **Teksturnivå (T):** Observasjonsavstand 0-2 meter

Alle nivåene er nærmere beskrevet i kapittel 2.4. For hvert nivå er det delt inn i fire ulike klasser, se tabell 2. Hver klasse er beskrevet ved hjelp av referansebilder for fasadenivå, som er vist i vedlegg 1.

Spesifisert skjoldingsklasse skal referere til ett bestemt nivå for observasjonsavstand. Nivået skal være mest mulig representativt for tiltenkt observasjonsavstand for den aktuelle konstruksjonsdelen. Spesifisert skjoldingsklasse betegnes eksempelvis som «Skjoldingklasse B(F)», der «F» henviser til observasjonsavstand i henhold til Tabell 2.

Oppnådd resultat vurderes ved felles befaring mellom kontraktspartnerne, der oppnådd resultat sammenlignes og avstemmes med referansebildene. Det er viktig at befaringen gjennomføres på et på forhåndsavtalt tidspunkt, og i overflatetørr tilstand, se kapittel 2.1.4.

Tabell 2.: Skjoldingsklasser og observasjonsavstandere. Refererte bilder er vist i vedlegg 1.

Observasjons-avstand	Skjoldingsklasse A	Skjoldingsklasse B	Skjoldingsklasse C	Skjoldingsklasse D
Fasadenivå (F), 10-100 m	Ubetydelig skjolding, bilde A1	Begrenset skjolding, bilde B1	Noe skjolding, bilde C1	Ingen krav
Detaljnivå (D), 2-10 m	Ubetydelig skjolding, bilde A2	Begrenset skjolding, bilde B2	Noe skjolding, bilde C2	Ingen krav
Teksturnivå (T) 0-2 m	Ubetydelig skjolding, bilde A3	Begrenset skjolding, bilde B3	Noe skjolding, bilde C3	Ingen krav

#### 1.4 Klassifisering av forskalingsskjøter

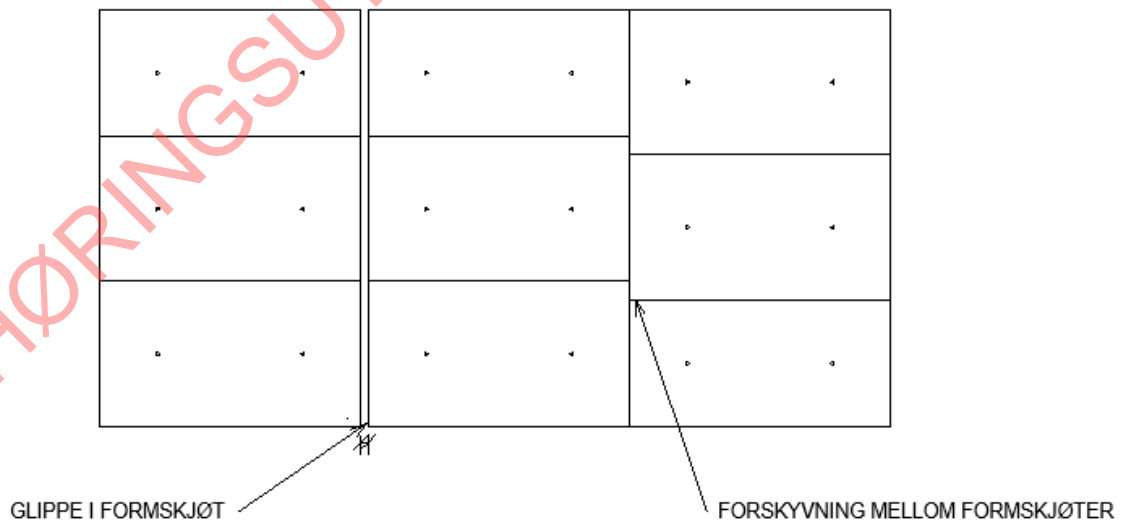
For å sikre at man oppnår ønsket resultat på skjøter i forskalingen så kan man benytte klassene angitt i Tabell 3. Det er mulig å kombinere ulike klasser til de ulike kriteriene. Eksempelvis så kan man spesifisere krav til forskyvning mellom formskjøter uten å spesifisere samme klasse på glippe mellom formskjøter.

Tabell 3 Spesifisering av krav til skjøter

Klassifiseringskriterier	Skjøteklasse A <sup>1</sup>	Skjøteklasse B	Skjøteklasse C	Skjøteklasse D
Tillatt glippe mellom formskjøter	3 mm	< 6 mm	< 13 mm	< 19 mm
Tillatt forskyvning mellom formskjøter	< 3 mm	< 6 mm	< 13 mm	< 25 mm
Tillatt dybde på svank i plan skjøt	3 mm	< 5 mm	< 6 mm	< 8 mm
Gjennomsnittlig kostnad	Veldig høy	Høy	Gjennomsnittlig	Lav

1. Klasse A er meget streng og bør bare settes i ett begrenset omfang.

De ulike kriteriene som er satt under krav til skjøter er illustrert i Figur 1. Svanker defineres som planhetsavvik i form av en fordypning i forhold til omliggende flate.

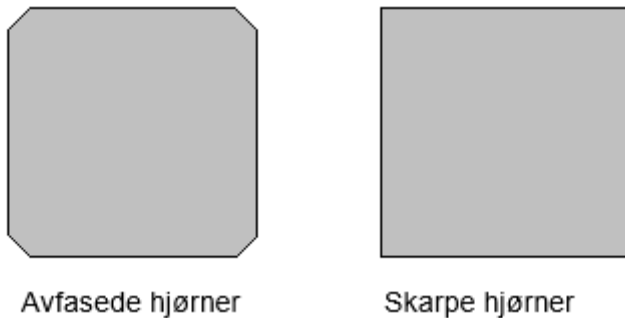


Figur 1 Hjelpesfigur krav til glipper og forskyvninger i formskjøter.

Omfang av kontroll og eventuelle tiltak ved avvik må avtales i det enkelte prosjektet. Det kan gjøres ved at eventuelle kontrollområder markeres på tegning og akseptkriterier avtales, se kapittel 2.5.1.

## 1.5 Spesifikasjon av hjørner

Hjørner kan enten beskrives som rette/skarpe eller avfasede, se Figur 2. Statens Vegvesen har krav til avfasing av utstående hjørner (Håndbok R762/Prosesskode 2).



Figur 2 Skarpe og avfasede hjørner

## 1.6 Spesifikasjon av staghull

En beskrivelse bør inneholde spesifikasjon av plassering og utførelse av staghull hvis det er ett ønske om ett spesielt uttrykk. Dette kan gjøres effektivt ved hjelp av referansebilder. Se kapittel 2.7 for veiledning **Feil! Fant ikke referanseilden.** og kapittel 3.1.4 for utførelse av staghull.

## 1.7 Spesifikasjon av øvrige toleransekrav

Generelle krav til toleranser er gitt i NS-EN 13670, NS3420-1, Betongelementboken Bind F og SVV Håndbok R762/prosesskode 2. Det er gitt ulike krav avhengig av om det er tilvirkningstoleranser eller toleranser på den endelige overflaten. Se kapittel 2.8.

# 2 Veiledning til spesifikasjon av overflater

## 2.1 Innledning

Publikasjonen angir spesifikasjonskrav til egenskaper ved glattforskalt flater som ikke er dekket av krav i gjeldende standarder og regelverk. Spesifikasjonskrav skal knyttes direkte opp mot bestemte konstruksjons-/bygningsdeler eller områder/flater i ett prosjekt. Kravene skal tolkes som funksjonskrav til ønsket overflate, og dermed unngå å sette detaljerte utførelseskrav. Hensikten med spesifikasjonen er å ha omforente målbare krav som forstås av alle parter. Sentrale punkter som må avtales mellom partene er:

- Definisjon av målbare krav
- Omfang av målinger
- Akseptkriterier
- Tiltak ved avvik, for eksempel utbedringsmetoder
- Tiltak ved uenigheter, for eksempel tredjepartsvurdering
- Eventuelle overflatebehandlinger
- Krav til overflate før/etter overflatebehandling

### 2.1.1 Entreprenørens kontrollplan

Hyppighet og sjekkpunkter for kravene som blir satt bør legges inn i entreprenørens plan for egenkontroll. Man bør benytte prosjektspesifikke sjekklister for å sikre at alle overflatekrav blir kontrollert/målt. I tillegg bør entreprenøren dokumentere støperesultatene ved hjelp av bilder. Tidspunkt og lokasjon bør knyttes til hvert enkelt bilde.

### 2.1.2 Byggherrens plikter

Byggherre må forsøke å beskrive forventningene til dokumentasjon og kontrollkrav slik at omfanget kan tas høyde for av entreprenøren. Byggherren må sørge for å ha egne ressurser tilgjengelig for å følge opp og planlegge kontroll av ferdige overflater sammen med entreprenøren.

### 2.1.3 Behandling av overflater

En eventuell overflatebehandling som skal utføres etter avforskaling (vaskes, børstes eller støvbindes), må beskrives i tilbudsgrunnlaget. Børsting og vasking vil i mange tilfeller endre overflatekvaliteten – ved å få frem flere porer som ligger gjemt under et lite lag med sementpasta. Det må avklares på forhånd om kravet til porer gjelder før eller etter overflatebehandling. Eventuell behandling av overflaten må tilsvare normalt vedlikehold, som overflaten vil ha i bruksfasen. Påføring av overflatebehandling som støvbinder, kan endre overflatens farge og karakter.

### 2.1.4 Tidspunkt for befaring og kontroll

Befaringer og avstemming av resultat bør fortrinnsvis gjøres så tidlig at det er mulig å korrigere eller tilpasse videre produksjon, men ikke tidligere enn at det synlige resultatet er representativt for sluttresultatet. Det betyr at avforskalt flater må gis anledning til å tørke før det gjøres en vurdering av skjoldingstendenser. Dersom godkjent resultat er en forutsetning for videre produksjon bør det før produksjon igangsettes gjøres konkrete avtaler om når avstemming skal foretas. Overflate/kanter/hjørner må beskyttes mot søl og mekanisk skade, frem til overlevering av bygget.

### 2.1.5 Manglende samsvar

Konsekvensen av manglende samsvar med funksjonskravene må beskrives i kontrakten. Tiltak ved resultater utenfor spesifisert klasse, må beskrives i tilbudsgrunnlaget, slik at utførende er klar over Byggherrens forventninger, og kan prise deretter. Det kan for eksempel være knyttet til utbedringsmetoder, se kapittel 4.

## 2.2 Hvordan kvantifisere og evaluere porer?

For å få en så objektiv måte å kvantifisere og bestemme størrelse på porer på betongoverflaten anbefales det å ta bilde av betongoverflaten. Bildene brukes til kvantifisering av porene enten ved manuell poretelling eller ved bruk av et dataprogram kalt BetongGUI. Klassifiseringssystemet for porer er gitt i kapittel 1.1.

### 2.2.1 Plassering og omfang av målepunkter

Avstand til betongoverflatene er avgjørende for hvordan oppfatningen av størrelse og mengde porer har å si for helhetsinntrykket. For å få en så objektiv oppfatning av mengde og størrelser av porer på betongoverflaten som mulig anbefales det at

- Bildetaking av overflaten tas innenfor en ramme på 60x60cm
- Det skal tas minimum 1 bilde per 5 m<sup>2</sup> på flater inntil 15 m<sup>2</sup>.
- For flater større enn 5m<sup>2</sup> kan omfanget reduseres til 1 bilde per 10 m<sup>2</sup>, men aldri mindre enn 3 rammer/bilder.
- Bildene bør tas i normal observasjonshøyde.

Omfang av antall bilder og plassering av ramme/bilde skal avtales mellom kontraktspartene på forhånd. Det er også viktig å avtale på forhånd hvem som har ansvaret for planleggingen og gjennomføringen av kontrollen.

### 2.2.2 Analyseverktøyet BetongGUI

BetongGUI er en programvare som analyserer antall og størrelse på porer ved bruk av bilder som er tatt av betongoverflaten. Programvaren er tilgjengelig sammen med publikasjon NB9 på Norsk

Betongforenings hjemmesider. BetongGUI er en brukervennlig metode og et dataverktøy for objektiv klassifisering av porer på slette og glattforskalte betongoverflater. BetongGUI analyserer antall og størrelse på porer ved bruk av bilder som er tatt av betongoverflaten.

### 2.2.3 Metode med fullt kameraoppsett

Den fotografiske metoden med fullt kameraoppsett er basert på kommersielt tilgjengelig fotoutstyr som vist på Bilde 1:

- Et speilreflekskamera,
- Blits med softboks
- Måleramme, 60x60cm

Foto-oppsettet settes opp ca. 80 – 100 cm fra betongoverflaten der bildene skal tas. På en betongoverflate skal det tas bilder på flere steder, slik at bildene blir representative og variasjoner blir fanget opp. Eksempel på et fotografi av en betongoverflate er vist på Bilde 2.



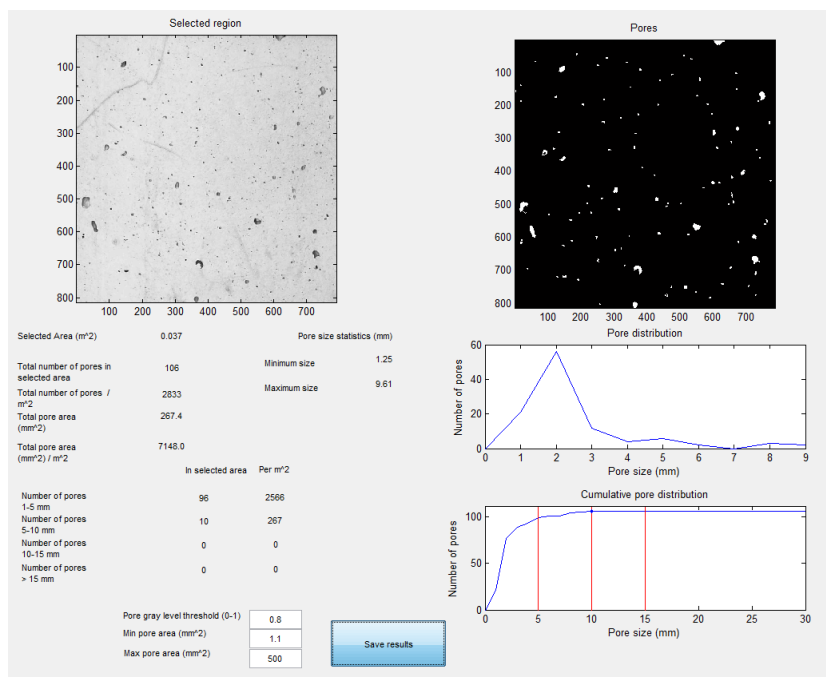
Bilde 1 Kamera og blitsoppsett



Bilde 2 Eksempel på fotografi av en betongoverflate

På hvert sted på betongoverflaten tas det to fotografier. På det første fotografiet skal blitsen stå 45° på skrå til høyre for overflaten og på andre skal blitsen stå 45° til venstre for overflaten. Det er svært viktig at kameraet står i samme posisjon under fotograferingen av hvert sted på overflaten. De to bildene skal kombineres til ett bilde i programmet BetongGUI, slik at porene blir mest mulig framtrødende.

Det er også viktig å ha med en kjent måleenhet (lineal eller lignende) på bildet slik at målestokken under analysen i BetongGUI er under kontroll. Når det kombinerte fotografiet blir analysert i BetongGUI angis resultatet som antall og størrelse på porer pr arealenhet. Et eksempel på behandlede data er vist i Figur 3. En mer utdypende beskrivelse av metoden finnes i COIN rapport nr. 51 (2014).



Figur 3 Kombinert bilde analysert med BetongGUI. Resultatet angis som størrelse og antall porer pr arealenhhet.

#### 2.2.4 Forenklet metode for fotografering

Metoden beskrevet i kapittel 2.2.3 krever noe mer utstyr enn man vanligvis har tilgjengelig. Dersom det er tilstrekkelig indirekte lys på flaten fra omgivelsen, kan følgende metode uten softboks gi ett tilfredsstillende resultat ved bruk av BetongGUI. Fremgangsmåten blir som følger:

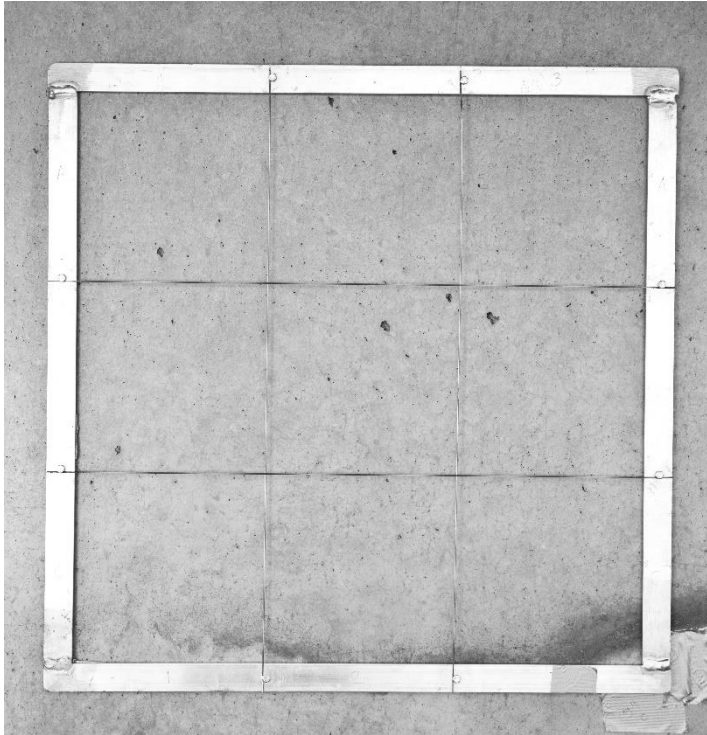
- Sett opp et kamera på fotostativ.
- Direkte belysning fra blitz skal ikke benyttes, da porene fort forsvinner. Er det dårlig belysning, øk ISO innstillingene på kameraet. Merk at ved å øke ISO blir bildesensoren mer lysfølsom, noe som gjør at bildene kan bli kornete.
- Når feltet som skal fotograferes er valgt, mål opp et kvadrat med 60 cm sider. Hvis du ikke ønsker å tegne på veggen, bruk litt klebemasse for å markere ytterpunktene. Da kan du i etterkant beskjære fotografiet etter de markerte ytterpunktene.
- Kameraet settes opp perpendikulært på veggen, med rundt en meters avstand og i samme høyde som senteret av kvadratet som skal fotograferes.
- Tellemetodikken er den samme ved bruk av BetongGUI.

#### 2.2.5 Manuell telling av porer

Et alternativ til bruk av BetongGUI er telling av antall porer manuelt på en utskrift av fotografiet. Metode for manuell telling av porer er beskrevet i detalj i COIN- rapport nr 51 (Østnor et al., 2014). Oppsummert så utføres den manuelle tellingen slik:

- Fotografiet tas av betongoverflaten ved hjelp av et kameraoppsett med en ramme på 60x60 cm delt inn i 9 ruter a 20x20 cm, se Bilde 3.
- Fotografiet av hver enkel rute blir skrevet ut i farger på A3-ark for å enklest mulig se porene. Hver enkelt pore måles i den lengste retningen med en lineal.

Å telle porer manuelt kan være tidkrevende, spesielt der det er mange små porer mellom 1-5 mm.



Bilde 3 Betongoverflate med ramme 60x60 cm for bruk i manuell telling av porer (Eide og Hegseth, 2009).

### 2.3 Hvordan beskrive og evaluere gråtone?

Betongens farge avhenger av delmaterialene som er benyttet, slik som bindemiddel, sand, til en viss grad tilsetningsstoff og eventuelt bruk av pigment. Fargen på betongen er også avhengig av herdeforhold, forskalingstype, formolje, støpeutførelse, fukttilstand, slik at ulike konstruksjonsdeler innenfor samme bygg støpt med samme betongresept og samme type delmaterialer kan få noe ulik farge.



Bilde 4 Betongelementbygg med betydelige fargevariasjoner og skjolder til tross for at man har benyttet samme betongresept under produksjonen. Fargeforskjellen er sannsynligvis forårsaket av forskjell i herdetid, mens skjoldene antageligvis kommer av dårlig forskalingsrengjøring eller feil påføring av formolje.

Ved variasjoner mellom ulike elementer/støpeavsnitt, se Bilde 4, så vurderes samsvar opp mot referansen til «bestilt» gråtone. Resultatet kan bli at noen elementer samsvarer med referansen og andre elementer samsvarer ikke. Ønsket gråtone kan bestemmes ved bruk av prøvestøp, se Bilde 5, ved å referere til andre bygg med ønsket gråtone eller beskrives med angivelse av ønsket gråtone i prosentandel svarthet/hvithet etter NCS systemet. Bruk av prøvestøp er nærmere beskrevet i kapittel 2.10.





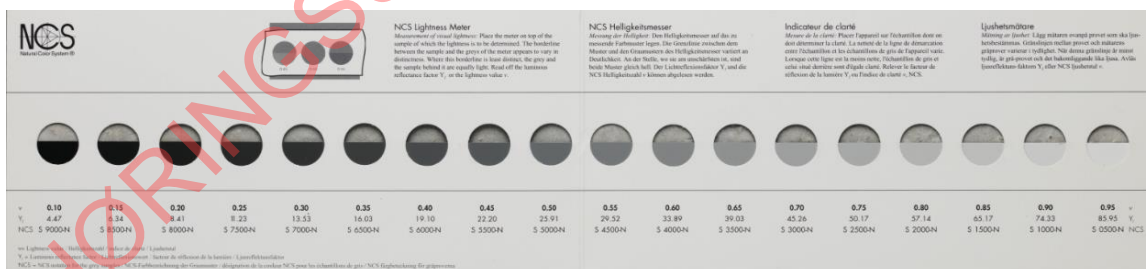
Bilde 5 Eksempel på prøvestøp for å finne ønsket farge

Å referere til andre bygg er et alternativ, men man må da være klar over at betongresepten benyttet på referansebygget ikke nødvendigvis passer til det man skal støpe eller er tilgjengelig. I tillegg kan andre forskjeller som ulik type forskaling, ulike støpeforhold (vind, utendørs/innendørs) spille inn, slik at man ikke oppnår samme farge.

Ønsket gråtone kan også beskrives ut fra oppgitt prosentandel svarthet/hvithet, men man må være oppmerksom på at to betonger med helt lik gråtone kan ha svært forskjellig utseende ut fra hvilken kulørthet de har (det vil si; hvilke andre farger enn svart og hvitt betongen har).

### 2.3.1 Måleinstrumenter for gråtone

Gråtone kan måles ved hjelp av manuell lyshetsmåler eller elektronisk fargemåler. Manuelle lyshetsmålere viser et visst antall standard gråfarger, se Bilde 6. Måleren legges inntil betongoverflaten. Betongens gråtone blir da den avleste gråtonen som er mest lik skalaen på måleren. Manuell lyshetsmåler måler kun gråtone (svarthet og hvithet), og hvis betongen har tendens til andre farger kan det bli vanskelig å lese av riktig.



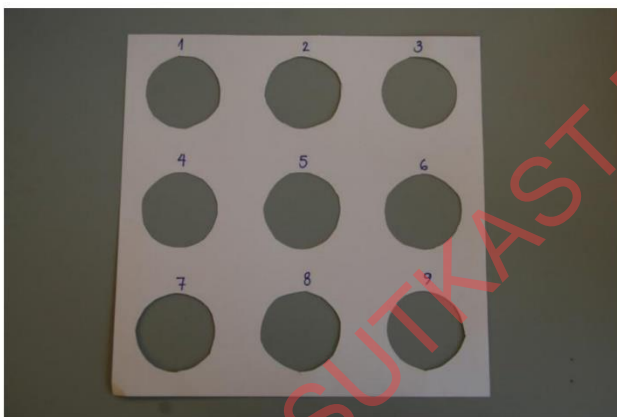
Bilde 6: Eksempel på manuell lyshetsmåler (NCS lyshetsmåler med 18 gråtoner) som ligger inntil en betongvegg

Elektroniske fargemålere, se Bilde 7, holdes inntil betongoverflaten, og gir automatisk nærmeste fargekode i det punktet den holdes inntil. Fargemålerne oppgir både gråtone og kulørt.



Bilde 7: Eksempel på elektronisk fargemåler (Håndholdt, batteridrevet NCS Fargemåler)

Siden fargemåleren bare måler gråtonen i et svært lite punkt, må det utføres mange målinger for å finne gjennomsnittlig farge for en betongkonstruksjon. Det bør avtales på forhånd hvor man skal måle og hvor mange målinger man skal ta. Det kan for eksempel benyttes en mal som den vist på Bilde 8. Denne malen måler 20 cm x 20 cm, og har ni jevnt fordelte hull. Malen passer akkurat inn i en av rutene i rammen brukt til poretelling, og hodet til en håndholdt NCS fargemåler passer inn i hullene. Ved å bruke denne malen får man 81 målinger per ramme på 60 cm x 60 cm. Dette gir et godt gjennomsnitt for gråtonen innenfor arealet i rammen. På forhånd må det avtales hvor mange rammer som skal måles og hvor disse skal plasseres. Det må også avtales hva som er tillatt toleranse fra spesifisert gråtone. Ønsket gråtone skal angis som oppnådd gråtone (X) med en tillatt toleranse (Y). Kravet kan for eksempel angis X % svarhet  $\pm$  Y % toleranse. Det er ikke realistisk å spesifisere en toleranse (Y) mindre enn  $\pm$  5 %.



Bilde 8 Eksempel på mal til gråtonemålinger

#### 2.4 Hvordan beskrive og evaluere skjolding?

Skjolder kan skyldes variasjon i betongens støpelighet, utilsiktede opphold i støpearbeidet, separasjonstendenser i betongen, variasjon i tendensen til kalkutfelling, ujevn bruk av formolje og andre forhold. Skjoldingstendenser vil normalt dempes over tid på grunn av uttørking av konstruksjonen, men kan også forsterkes ved kraftig kalkutfelling, for eksempel ved gjentatt oppfukning og uttørking. Lys betong har mindre skjoldingstendens enn mørk betong. Skjolding er ofte mest synlig på nedfuktet betong og betong under uttørking.

Oppfattelsen av skjolding er svært avhengig av hvilken avstand betongen observeres fra. Overflater som ser skjoldete ut på nær avstand, kan se lite skjoldete ut på lang avstand, og omvendt. I publikasjonen er observasjonsavstanden delt inn i tre nivåer:

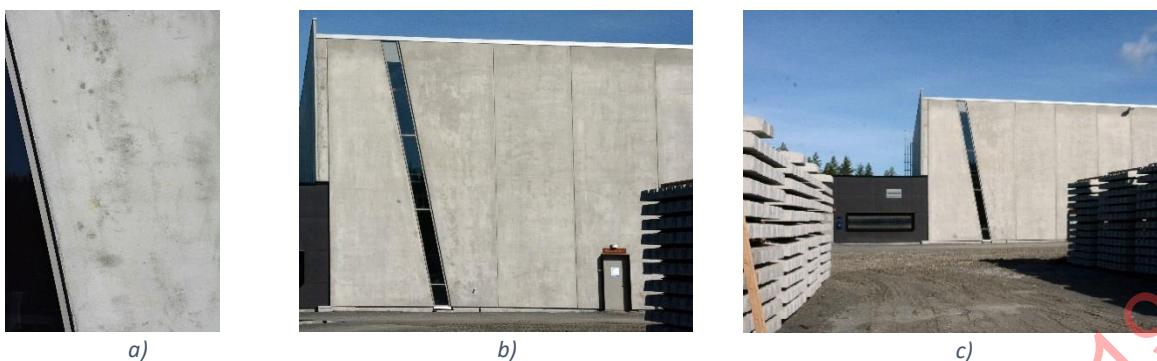
- **Fasadenivå:** Observasjonsavstand ca. 15-100 meter. Betongkonstruksjoner man ser på lang avstand, typisk vil man se hele fasaden fra denne avstanden. Vurderingene er for eksempel

avhengig av om det er jevn fargefordeling mellom betongelementer, om eventuell forurensing/tilgrising er jevn og lignende

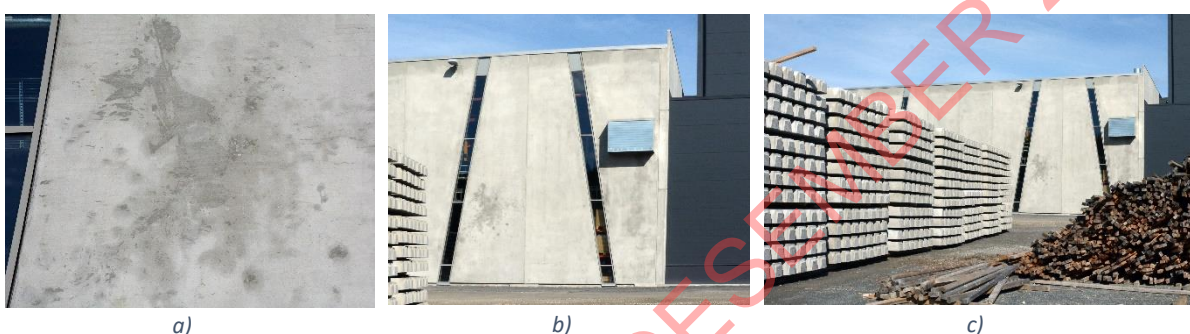
- **Detaljnivå:** Observasjonsavstand ca. 2-10 meter. Observasjonsavstand hvor man ser deler av fasaden. Man kommer såpass tett innpå at mindre detaljer kan oppfattes, for eksempel kalkutfelling og riss.
- **Teksturnivå:** Observasjonsavstand ca. 0-2 meter. Når man står så tett inntil ser man alle detaljer godt, slik som porer og små variasjoner i farger.

For hver av de tre nivåene er det delt inn i fire ulike klasser. Disse klassene er beskrevet ved hjelp av referansebilder i tilleggset. Se også eksemplene nedenfor i Bilde 9 og Bilde 10.

HØRINGSUTKAST DESEMBER 2019



Bilde 9 Skjolder i overflaten observert på henholdsvis a) teksturnivå, b) detaljnivå, og c) fasadenivå (100m). Så lenge skjoldene ikke er store i omfang, er de med på å skape liv i overflaten så fort man kommer vekk fra teksturnivå



Bilde 10 Skjolder i overflaten observert på henholdsvis a) teksturnivå, b) detaljnivå, og c) fasadenivå (100m).

Det er vanskelig å bestemme hvor dominerende skjoldingen er ut fra verdier målt med fargemålere/lyshetsmålere, fordi det i tillegg til forskjell i svarhetsgrad avhenger av hvordan fargevariasjonene opptrer med tanke på geometriske mønstre. Geometriske mønstre kan være jevnt fordelt eller tydelige. Denne opplevelsen er subjektive oppfatninger som ikke fanges opp på fargemålere/lyshetsmålere. Det er derfor hensiktsmessig å bruke referansebilder for å beskrive klassene.

I tillegg til observasjonsavstand, bør man ta hensyn til om betongoverflatene er noe man bare går forbi (for eksempel på togstasjonen) eller om man faktisk blir stående å se på betongoverflaten (for eksempel på museum) når man velger klasse.

Skjolder behøver nødvendigvis ikke være skjemmende. I enkelte tilfeller kan de også være dekorative, se Bilde 11.



Bilde 11 Skjolder kan også være dekorative, som her i Hamar Kulturhus.

## 2.5 Hvordan spesifisere forskalingsskjøter?

Dårlige utførte skjøter og hjørner kan være skjemmende på en betongoverflate som ellers er god. Derfor kan det være viktig å sette tydelige krav slik at man har fokus på å få ett godt resultat. Kravene man kan sette til skjøter er:

- Krav til maksimale glipper mellom formskjøter
- Krav til maksimal tillatt forskyvning mellom formskjøter
- Krav til skarphet av hjørner
- Krav til stagplassering, avtrykk etter stagkonus og fylling av konushull

I tillegg gir gjeldene standarder og regelverk toleranser på retning, planhet og tillatte avvik i sprang. Kravene i de ulike standardene kan avvike fra hverandre, og har forskjellige bruksområder se kapittel 2.8.

Tabell 4 Bruksområde for ulike skjøteklasser

Skjøteklasse	Beskrivelse
Skjøteklasse A (Meget streng)	Denne klassen er meget streng, og bør kun spesifiseres på visse deler av overflaten, ikke hele bygget. Kostnaden og de rent praktiske utfordringene gjør at omfanget bør begrenses. Bruksområdet for klasse A er typisk overflater i bygg hvor overflaten er ekstremt viktig. Kostnader tilknyttet utførelse denne klassen anses som veldig høy
Skjøteklasse B (Streng)	Denne klassen gir ett meget godt resultat og brukes i områder hvor personer kan studere overflaten i detalj på kloss hold. Typisk eksponerte vegger i bolig og publikumsareal. Kostnader tilknyttet utførelse denne klassen anses som høy.
Skjøteklasse C (Middels)	Klassen benyttes i områder hvor overflaten til betongen ikke har veldig stor betydning. Typiske bruksområder er steder hvor personer ikke er opptatt av detaljeringen på overflaten. Kostnader tilknyttet utførelse denne klassen anses som gjennomsnittlig.
Skjøteklasse D (Lav)	Klassen benyttes i områder hvor betongens overflate har mindre betydning. Typiske bruksområder er synlig betongvegger som er av mindre estetisk betydning. Kostnader tilknyttet utførelse denne klassen anses som lav.

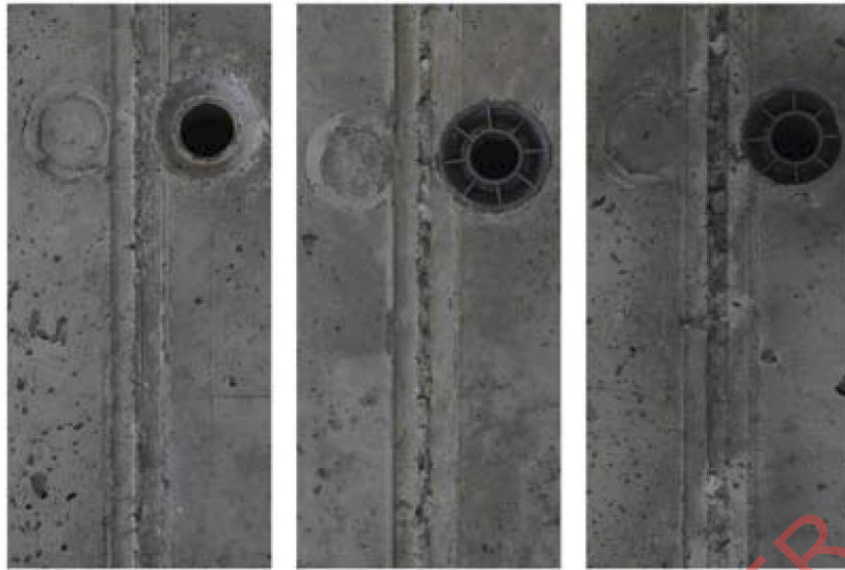
### 2.5.1 Omfang på måling av skjøteklasser

Det må i hvert enkelt prosjekt avtales toleranser og måleomfang på skjøteklassene. Det kan være hensiktsmessig å markere på en tegning hvor målingene skal utføres. En anbefalt løsning er å ta en overordnet visuell kontroll og ytterlige oppfølging ved noen få områder valgt på forhånd. Det anbefales at områdene som velges skal dekke typiske områder ved bygningsdelen.

Omfanget av målinger og akseptkriteriet henger sammen. Det vil derfor måtte avgjøres om man enten vil ha mange målinger og ett lavt akseptkriterium, eller få målinger og ett høyt akseptkriterium.

### 2.5.2 Glippe i formskjøter

Krav til maksimal glippe mellom formskjøtene blir oftest satt med hensyn til det estetiske sluttresultatet, se Bilde 12. Finstoff som lekker ut gjennom formskjøter kan også føre til at man ikke oppnår tilfredsstillende overdekning for armeringsjernene lokalt. Oftest oppstår kun problemet ved større glipper, hvor man får stor finstofflekkasje med påfølgende dannelse av soner med steinreir.



Bilde 12 Glippe i formskjøt på henholdsvis 2mm, 4mm og 7mm.

### 2.5.3 Forskyvning mellom formskjøter

Plassering av formskjøter vil prege den ferdige betongoverflaten. Ved å sette krav til forskyvningen mellom formskjøtene kan man i større grad styre veggens sluttresultat. Man må vurdere hvorvidt veggen skal være synlig eller ikke, og i hvilken avstand veggen skal betraktes fra, før man setter krav til formskjøtene.



Bilde 13 Eksempel på forskyvning mellom formskjøter

#### 2.5.4 Tillatt dybde på svank i plan skjõt

I NS-EN 13670:2010 er det angitt krav om at forskalingen og skjõtene skal være tilstrekkelig tette for å hindre lekkasje av finstoff. Dybden på sårene kan påvirke bestandigheten til konstruksjonen samt forringe den estetiske kvaliteten.

Når man skal bedømme hvorvidt kravene er oppfylt så er det viktig å se på helhetsinntrykket før man igangsetter tiltak. Bilde 14 viser lekkasje av finstoff i et hjørne.

Det anbefales at man er enig om undersøkelsesomfang og hvordan man skal bedømme det endelige resultatet så tidlig som mulig.

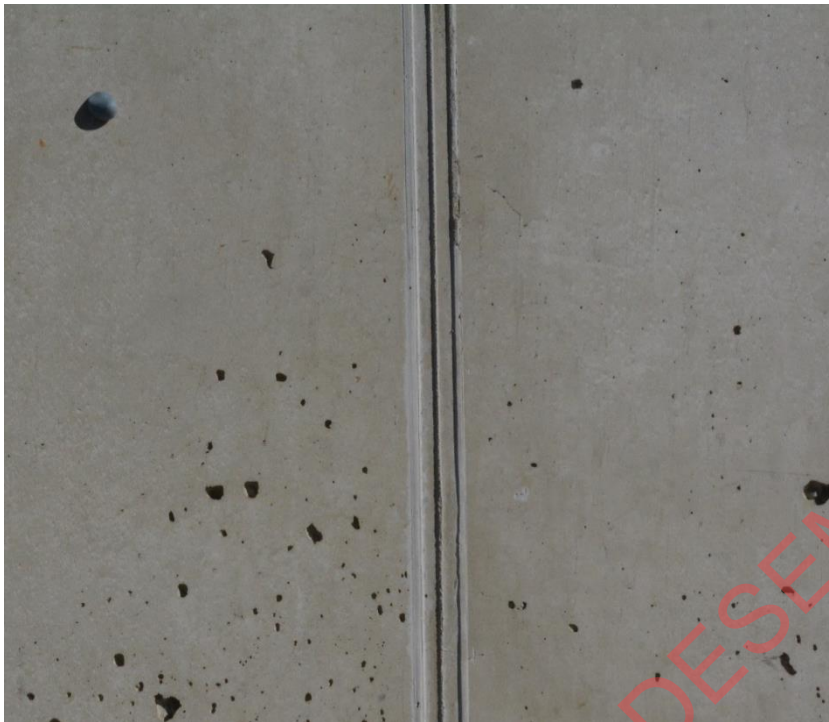


Bilde 14: Lekkasje av finstoff i et hjørne (Foto: Ole H. Krokstrand)

HØRINGSUTKAST DESEMBER 2019

### 2.5.5 Forsegling av formskjøter

I noen tilfeller kan det være ønskelig å få spesielle uttrykk på skjøtene. Krav til slike detaljer bør beskrives for seg selv. Ved å forsegle skjøtene kan man oppnå veldig god sikkerhet mot lekkasje av finstoff. Forseglingen kan sette preg på det endelige sluttresultat.



Bilde 15: Formskjøt med innlagt bånd. Bruk av bånd eller tilsvarende er en måte å tette skjøtene. Tiltak for tetting vil kunne gi ett avtrykk på overflaten. (foto: Ole H. Krokstrand)

### 2.6 Hvordan beskrive utførelse av hjørner

Hjørner bør enten beskrives som:

- rette, se Bilde 16
- avfasede
- avrundede

I tillegg kan det beskrives hvilken utforming avfasingen skal ha, for eksempel buet, trekantet eller avrundet. Det vanligste er at hjørnene fases av ved at det legges inn enn trekantlekt i forskalingen. Statens vegvesen angir i Håndbok R762:2015 (Prosesskode 2) at alle utstående hjørner skal avfases med 20 mm trekantlekt.

Det er som regel lettere å få til gode resultater ved å legge inn avfasede hjørner. Årsaken er at man reduserer sjansen for lekkasje av finstoff i hjørnene, samtidig som de blir mindre utsatt for kantskader ved rivning av forskalingen og i ettertid. Uavhengig om man skal ha skarpe eller avfasede hjørner må man sørge for at forskalingen er tilstrekkelig tett mot lekkasjer. Skarpe hjørner (<90 grader) er spesielt utsatt for kantskader, og det er derfor meget viktig å rive forsiktig, samt beskytte hjørnene i byggeperioden.





Bilde 16: Rett hjørne ved vindusmyg.

### 2.7 Hvordan beskrive utførelse av staghull

De fleste forskalingssystemer krever gjennomgående formstag for å holde forskalingen sammen, se Bilde 17. Slike staghull vil sette ett tydelig preg på betongoverflaten. Man kan enten velge å la hullene være eksponerte eller de kan tettes igjen helt eller delvis. Plassering og utforming av slike staghull bør derfor beskrives godt. I utførelsesfasen så bør det være en tett dialog mellom entreprenør og arkitekt for å oppnå ønsket resultat. Les mer om staghull i Betongoverflater (Krokstrand et al., 2011).



Bilde 17: Plassering av staghull gir et tydelig mønster i overflaten (foto: Ole H. Krokstrand)

### 2.8 Hvordan spesifisere øvrige toleranser

Fellesbestemmelsene for toleransene gitt i NS3420-1:2014 gir normalkrav til toleranser for overflater i og på bruksklare bygninger. NS 3420-1 angir også metoder for måling av avvik. NS3420-1 gir:

- Retningstoleranser
- Planhetstoleranser, deriblant krav til lokal planhet, total planhet og sprang.

NS3420 gir ikke direkte krav til toleranser på:

- Deformasjoner/nedbøyninger
- Estetiske toleranser som glatthet, sletthet eller struktur

Toleransene gitt i utførelsesstandarden NS-EN 13670 er tilvirkningstoleranser og gir ikke alltid godt nok resultat for å tilfredsstille normalkravene til ferdig overflate angitt i NS3420-1. Imidlertid kan den prosjekterende angi at normalkravene i NS3420-1 skal være gjeldene.

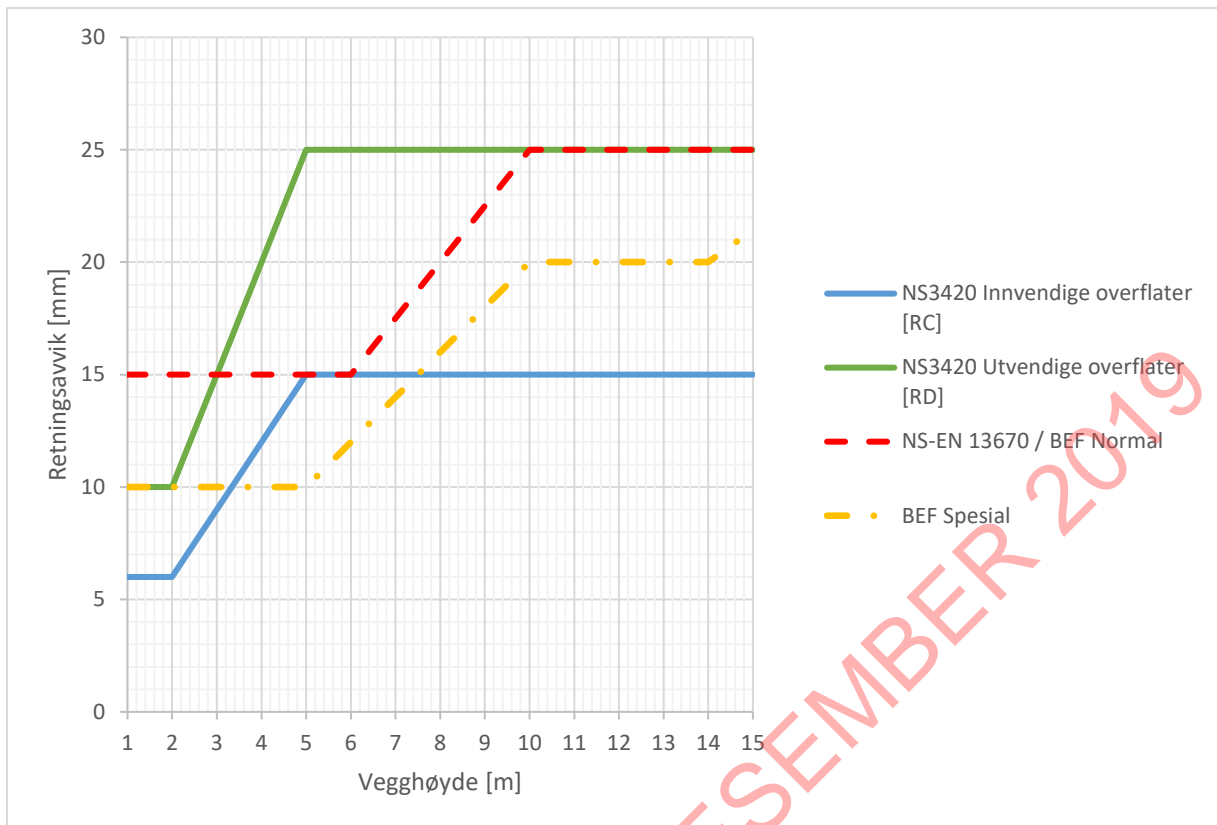
Betongelementboken Bind F gir spesifikke toleranser for tilvirkning og montasje av prefabrikkerte betongelementer. Det er i de fleste tilfeller angitt to toleranseklasser, «Normal» og «Spesial». Toleranseklasse «Normal» forholder seg til toleranseklasse 1 i NS-EN 13670. Toleranseklasse «Spesial» forholder seg til toleranseklasse 2 i NS-EN 13670. Toleransene i Bind F er i enkelte tilfeller noe mer utfyllende og strengere enn tilsvarende toleranseklasser i de europeiske utførelsesstandardene. Dersom det fremkommer to tillatte avvik for den samme egenskapen er det den strengeste som gjelder.

SVV Håndbok R762 (Prosesskode 2) angir egne spesifikke toleranser for ulike konstruksjonsdeler basert på nøyaktighetsklasser definert i håndboken. For toleranser som ikke er dekket, gjelder toleranseklassene i NS-EN 13670.

Man må derfor være oppmerksom på når de strengeste kravene slår inn da dette blant annet kan være en funksjon av vegg høyden.

#### 2.8.1 Retningstoleranser

Kravene gitt i NS3420, NS-EN13670 og BEF Bind F gir varierende «strenghet» til retningstoleranse avhengig av vegg høyde. Figur 4 viser retningstoleranser på ferdig vegg avhengig av regelverk. Ut ifra Figur 4 så ser man at NS3420 generelt gir strengere krav. Det gjelder spesielt på innvendige overflater.



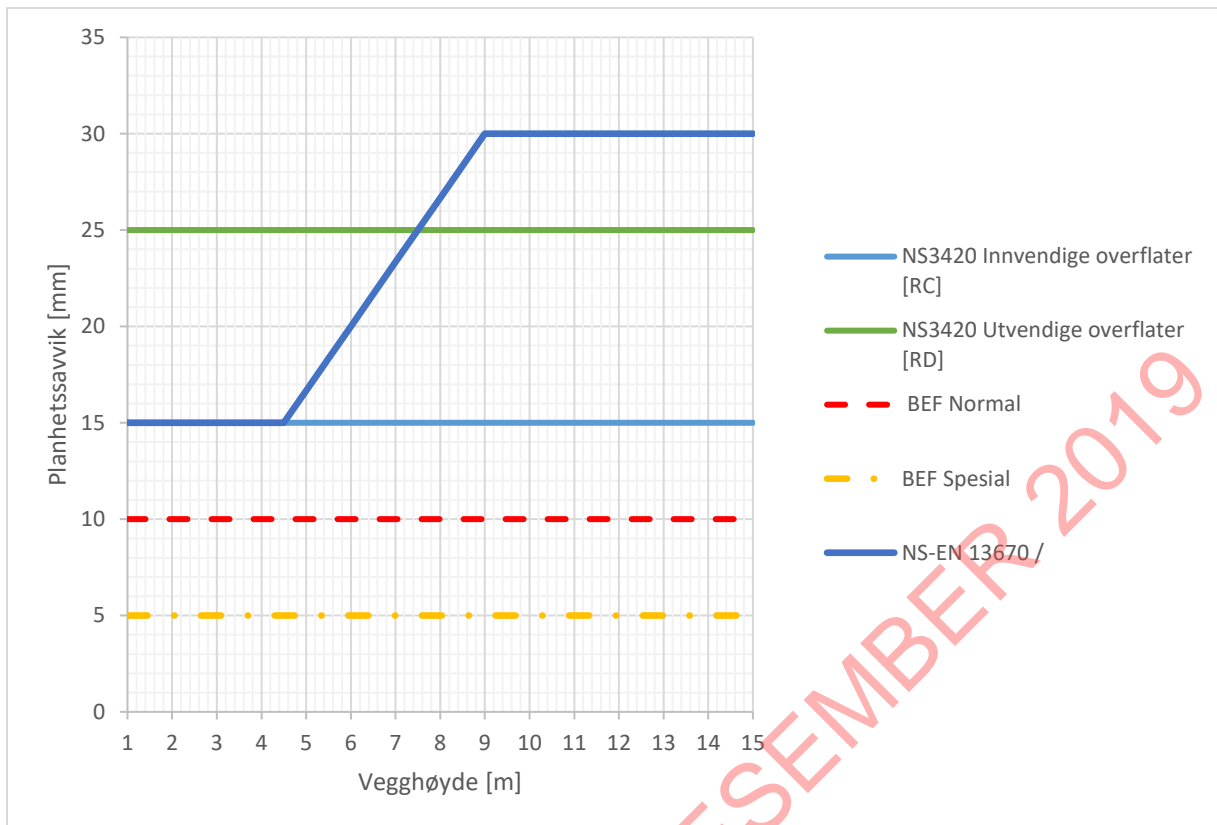
Figur 4 Tillatt retningsavvik avhengig av vegghøyde.

### 2.8.2 Planhetstoleranser

For utvendige overflater så sammenfaller kravene til lokal planhet i NS 3420 (PD) med kravene til forskalte overflater i NS-EN 13670 og tilvirkningstoleranser NORMAL i BEF Bind F.

For innvendige overflater så sammenfaller kravene til lokal planhet i NS 3420 (PC) og tilvirkningsklasse SPESIAL i Betongelementboken, Bind F (Lysberg et al, 2014). Toleranseklasse 1 gitt i NS-EN 13670 havner utenfor toleransene i NS 3420 (PC).

For total planhet målt over hele delproduktet se Figur 5 så vil kravene i NS 3420 være styrende for plasstøpte betongkonstruksjoner.



Figur 5 Tillatt planhetssavvik [mm] avhengig av vegghøyde.

### 2.8.3 Tillatt avvik sprang

Sprang kan defineres som planhetssavvik i form av en trappestegformet nivåforskjell i overflaten. Tillatt avvik på sprang er strengere for ferdige innvendige overflater enn for utvendige overflater hvis man følger toleransekravene i NS 3420, se Tabell 5.

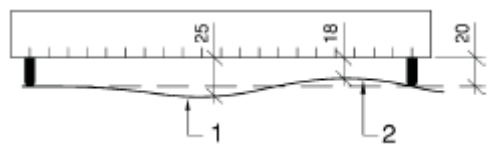
Tabell 5 Tillatte toleranser på sprang

	NS 3420		NS-EN 13670	Betongelementboken Bind F (fugesprang) <sup>1</sup>	
	Utvendige overflater (PD)	Innvendige overflater (PC)	Forskalt overflate	Normal	Spesial
Sprang, i alle retninger	4 mm	2 mm	3 mm	10 mm	6 mm

1) Maksimale tillatte tilvirkningsavvik på overflatesprang er strengere på selve overflaten, se Betongelementboken Bind F.

### 2.8.4 Svanker og bulninger

I utførelsesstandard for betong NS-EN 13670 og i Betongelementboken Bind F er det også gitt tillatte tilvirkningsavvik tilknyttet bruksforhold og byggbarhet. For forskalte overflater har man krav til svanker og bulninger som måles ved hjelp av en rettholdt, se Figur 6.



Figur 6 Måling gjøres med rettholdt. 1- Svank, 2- Bulning

## 2.9 Bruk av referansebygg

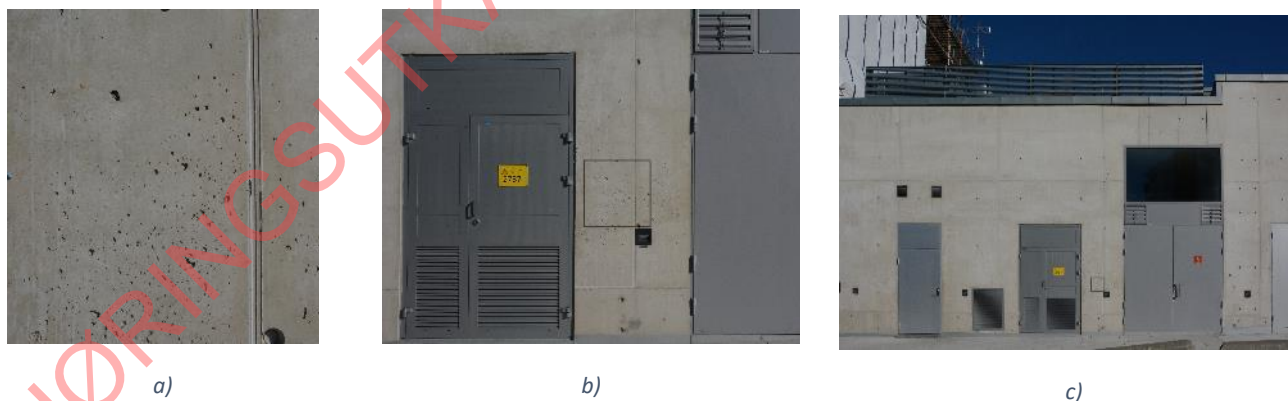
Har man bestemt seg for å benytte eksponerte betongoverflater som arkitektonisk element i et byggverk, kan det være fornuftig å studere bygninger der dette er gjort tidligere. Velger man å henvise til en bestemt bygning som referansebygg, må det spesifiseres hvilken del av bygget som skal være referanseflaten, og fra hvilken avstand flaten skal observeres.

Referansen gjelder den estetiske kvaliteten til referansebygget eller de spesifiserte deler av det. Detaljer i materialvalg og utførelse er vanskelig å gjenta. Referanse til betongsammensetning anbefales ikke, betongkvaliteten beskrives med funksjonskrav i henhold til denne publikasjonens spesifikasjonsdel.

I kapittel 5 er det presentert en rekke bygg, hovedsakelig i Oslo-området. Disse er normalt lett tilgjengelig. Bygningene er presentert med fotografier. Vær oppmerksom på at fotoeksemplene som er vist her ikke nødvendigvis representerer kvaliteten på betongoverflatene i hele bygget.

I de presenterte byggene vil man kunne finne overflater som tilfredsstiller de strengeste krav, men også stedvis overflater som har problemer med å oppfylle selv de laveste kravene. Det som egentlig betyr noe er det helhetlige uttrykket, og fra hvilken avstand man vanligvis betrakter overflatene. For eksempel lar mange seg imponere av utførelsen på betongoverflatene i Gyldendalhuset, men studerer man flatene nøye, finner man fort partier med ujevn overflatekvalitet. Likevel er helhetsinntrykket svært godt.

Vær oppmerksom på at en flates ensartethet endrer seg i forhold til betrakningsavstanden, se Bilde 18. Noen flater vil oppfattes som skjemmende når man står helt inntil flaten, men kan være helt akseptabel på avstand. Derfor kan det være riktig å sette lavere overflatekrav til en flate som normalt blir betraktet på avstand (for eksempel en fasade), enn hva man setter for en flate som observeres svært nære (for eksempel innvendig i et rom).



Bilde 18: Eksempel på samme overflate ved ulike observasjonsnivå

- a) Teksturnivå: Overflate med mange store porer som er lett synlig
- b) Detaljnivå: Allerede på 5 m avstand legger man ikke merke til porene innenfor kvadratet
- c) Fasadenivå: På 20m avstand er alt mer eller mindre jevnet ut

## 2.10 Bruk av prøvestøp og prøveflick

En prøvestøp bør være en konstruksjonsdel som gjenspeiler konstruksjonsdelen som har spesifisert krav til overflatekvalitet. Størrelse og omfang må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Prøvestøpen må ta hensyn til forskaling og annet utstyr/materiale som skal benyttes ved støp, armeringstetthet,

utstøpingsteknikk, støpehastighet, værforhold, transporttid fra betongfabrikk og geometriske forhold.

Det er også hensiktsmessig å utføre prøvestøpen med de innstøpningsgodsene som har tenkt å inngå i den ferdige konstruksjonsdelen, se Bilde 19. Hensikten er å i størst mulig grad gjenspeile det endelige resultatet. Ønsket gråtone kan bestemmes ved bruk av prøvestøp eller ved å referere til andre bygg med ønsket farge eller beskrives som ønsket gråtone i prosentandel svarthet/hvithet. Det beste er å benytte prøvestøp som er tilpasset det aktuelle prosjektet. For eksempel kan man beskrive at man ønsker lys betong, og få prøvestøp med ulike typer sand, bindemiddel, osv.

I en postbeskrivelse/teknisk beskrivelse bør følgende informasjon inngå:

- Antall og utførelse av prøvestøp og prøveflick
- Hva skal inngå i en prøvestøp
- Bruk av resultatet etter prøvestøp og eventuell tilpasning av akseptkriteriet



Bilde 19: Eksempel på prøvestøp der forskaling, armeringsstoler og innstøpningsgoods er med sett fra to ulike sider  
a) Side 1 med ulike innstøpningsgoods som trekkerør og el-bokser  
b) Side 2 med ulike armeringsstoler og prøvereparasjoner

### 2.10.1 Gjennomføring av prøvestøp

Prøvestøp bør utføres tidlig i prosjektet, for å legge grunnlaget for materialer og utførelse som må benyttes for å oppnå tilsiktet kvalitet. Det bør også prøvereparereres/flikkes for å finne akseptable reparasjonsmetoder dersom noe går galt. Personene som utfører prøvestøpen skal være de samme som utfører betongarbeidene. Før prøvestøpen, utarbeides en arbeidsprosedyre/støpeplan for arbeidet. Eventuelle endringer i arbeidsprosedyrer/støpeplan, basert på prøvestøpen, må

kommuniseres tydelig til de involverte. Prøvestøpen bør beskyttes og være tilgjengelig under hele byggeprosessen, som referanse til vurdering av ferdige konstruksjonsdeler. Resultatene fra prøvestøp må vurderes og eventuelt gjøres om igjen til man har funnet egnede materialer og utførelse som gir ønsket resultat.

HØRINGSUTKAST DESEMBER 2019

### 3 Råd og prinsipper for utførelse

Betongoverflater med godt utseende vil i all hovedsak også fylle hovedfunksjonen som er å bidra til en bestandig konstruksjon som tåler de belastninger den utsettes for. Ved å ta med råd om hva som skal til for å oppnå gode overflater er denne delen av publikasjonen ment som et bidrag til bevisstgjøring av hvordan sluttresultatet kan påvirkes ved planlegging og valg. Betong er en utpreget ferskvare og sluttresultatet påvirkes av mange faktorer. Utførelsen påvirker sluttresultatet. Jo større grad av bevissthet, jo mindre risiko for uheldig resultat. Dette kapitlet beskriver ikke trinn for trinn hva som skal gjøres for å få gode overflater, men tar for seg hvilke faktorer det er viktig å ta valg ved fordi det påvirker sluttresultatet.

Riktig betongkvalitet er ikke alltid relatert til fasthet. Støpbarhet er vel så viktig i utførelsen og det innebærer at betongsammensetningen må fungere sammen med det som skal støpes. Høye, tynne konstruksjoner, mange utsparinger, omfattende innstøpingsgods eller tett armerte områder vil stille helt andre krav til støpbarhet enn enkle dekker og fundamenter i sin alminnelighet.

Endring av en parameter vil gi utslag på farge i ulik grad. Dette gjelder tilslag, type og mengde sement, mengde silika, mengde flygeaske, type tilsetningsstoff og farge i dette. Fargetonen varierer også som følge av valgt støpeteknikk, type og håndtering av forskalingsmaterialer og værforhold.

#### 3.1 Produksjon av betongoverflater med spesielle krav til utseende

Produksjon av betongkonstruksjoner med spesielle krav til overflatenes utseende, «synlig betong» eller «arkitektonisk betong», stiller krav til:

- forskaling,
- betongsammensetning og –egenskaper,
- støputførelsen og
- herdeforholdene.

Synsintrykket av en flate avhenger i stor grad av avstanden vi har til flaten. Jo større avstanden er, desto mindre ser vi til små uregelmessigheter, og desto mer ser vi av de store struktur- eller fargeavvikene og av konstruksjonens geometriske hovedlinjer, se kapittel 1.

##### 3.1.1 Forskalings tilstand

Produksjon av homogene betongoverflater med glatt forskaling stiller krav til kvaliteten på forskalingen som benyttes, og det beste en kan oppnå er et 100% speilbilde av forskalingsflaten i belastet tilstand. De generelle kravene til forskalingen er form, funksjon og utseendet, eller at bestandigheten til de permanente betongarbeidene ikke skal forringes på grunn av forskalingen (NS-EN 13670+NA). Dette betyr at man må velge så høy kvalitet på forskalingen at støperesultatet svarer til kravet til overflaten. Forskalingshuden innvirker indirekte på utseende og fargen på betongoverflaten ved at den påvirker masseforholdet (overflaten trekker til seg mer eller mindre vann fra betongen, den lekker ut mer eller mindre vann), og ved at den isolerer betongen i en viss grad.

Når en flate har få uregelmessigheter, desto tydeligere framtrer de uregelmessighetene som gjenstår. Hovedforskjellen mellom finérforskaling/stålforskaling og bordforskaling er at

- finér-/stålforskaling gir blank overflate som framhever alle uregelmessigheter
- bordforskaling gir matt overflate og har i seg selv et uregelmessig mønster, slik at alle uregelmessigheter dempes ned.



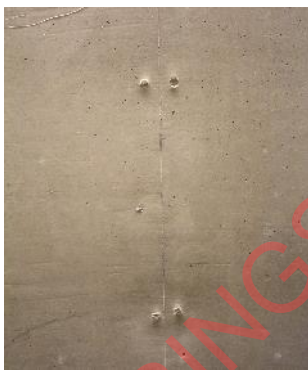
Hvor mange ganger en forskaling gjenbrukes påvirker jevnheten og utseendet til overflaten, det samme gjør renhold av forskaling etter bruk.

For å unngå rustmerker, se Bilde 20, på betongoverflaten festes alt innstøpingsgods og avstandsholdere for armering med festemiddel av rustfritt / syrefast stål. Dersom undersiden av et betongdekke skal være eksponert, må man unngå å legge rusten armering ned på forskalingen under armeringsarbeidet, da det kan føre til misfarging av den ferdige betongoverflate.



Bilde 20: Rustmerker på overflaten.

Spiker- og skrueløsning fordeles enten jevnt, om de ikke skal dominere synsbildet, eller de plasseres slik at det utgjør ett mønster som gjentas. Dersom spiker slås langt inn i overflaten av forskalingen vil det oppstå en «knast» i betongoverflaten, se Bilde 21. Den forsenkingen som spikerhodet gir vil da synes i etterkant. Spikerhoder må flukte med forskalingsoverflaten dersom flaten skal oppleves slett, ellers vil det bli en forsenking i betongoverflaten. For lemmeforskaling kan det være en klar fordel å skru fast lemmene i stedet for bruk av spiker. Det er atskillig enklere å ha en kontrollert avslutning av en skrue i overflaten enn en spiker.



Bilde 21: Resultat av spikre som er spikret for langt inn i overflaten på forskalingen.

### 3.1.2 Forskalingshud

Ulik type forskalingshud gir forskjellig uttrykk. De vanligste typene forskalingshud er finerlemmer, stålforskaling, pappforskaling og forskalingsduk.

Finerlemmer må være uten sår og hjørneskader. For å unngå glipper i skjøtene bør de sjekkes for rettvinkelhet og bestemmes på forhånd hvilken side som skal vende ut. Samme side inn/ut gjentas inntil det bestemmes at lemmene skiftes ut. Ubehandlede lemmer slites raskere og gir dermed raskere endring av betongens farge på overflaten. For jevne overflater kan ikke finerplater av ulik type eller ulik grad av slitasje benyttes sammen. Bilde 22 viser typisk resultat etter bruk av finerlemmer med skader.



Bilde 22: Resultat etter bruk av finerlemmer med skader.

Stålforskaling som beskyttes mot skader har mulighet for å gi en nærmest helt slett betongoverflate. De blir imidlertid lett bulkete og/eller rustne og dermed uegnet for synlige flater. Stålforskaling må beskyttes spesielt mot skader. Løs rust fjernes før støp, ellers blir den sittende i betongoverflaten. Stålforskaling er ekstra sårbar ved kulde, og dette må det tas hensyn til ved planlegging med tanke på isolering for å hindre frostskaider i betongen og fargeforskjeller i overflaten på grunn av ulike herdevilkår. For eksempel bruk av vinkelsliper/pussemaskin vil bli synlig ved neste gangs bruk.

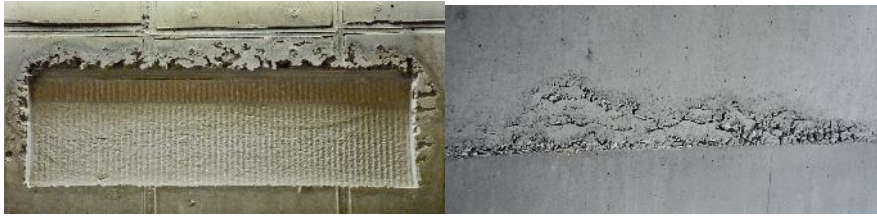
En-gangs pappforskaling med plastforing til søyle er et virkemiddel for å oppnå redusert antall porer og skjolder i overflaten. Dersom pappforskaling skal benyttes til søyler for å få glatte overflater må det påses at forskalingen ikke utsettes for fukt før støp, og at forskalingen fjernes senest ett døgn etter støp for at metoden skal fungere for å gi fine overflater. Herdetiltak må etableres etter demontering av pappforskalingen for å ivareta herdeutviklingen i betongens overflate. Ettersom forskalingen ikke skal gjenbrukes kan den klemmes tilbake på søylen og fungere som beskyttelse

Forskalingsduk (drenerende duk) er spesielt utviklet for å bidra til å redusere porer i overflaten, og monteres utenpå den ordinære forskalingshuden. Duken er permeabel og drenerer ut så vel vann som luftblærer. For at duken skal gi optimalt resultat er det en klar fordel at betongen har et lite overtrykk for å presse luft og vann gjennom duken. For å få ønsket resultat på overflaten helt opp til avsluttet støp bør det forskales og støpes 10 – 15 cm høyere enn nødvendig veggiv til betongen har satt seg, for deretter å fjerne den ekstra betongen før den herder. Duken kan gi redusert antall porer i overflaten og gir en matt overflate med avtrykk fra duken. Ulike produkter av forskalingsduk gir ulikt avtrykk på overflaten. Drenerende duk er ingen garanti for vellykket resultat, men kan gi færre porer, særlig ved bruk av overforskaling. Montasje av duken har vist seg å være kritisk for å få tilsiktet resultat. Duken må strammes meget godt både vertikalt og horisontalt for å unngå at den skrukker seg under utstøping. Utstøpingen må utføres forsiktig med fylling av betong i tett plasserte punkter for at betongen ikke skal renne langs duken og tøye den. Søl på duken kombinert med opphold i leveransen vil gi uønsket avtrykk på den endelige flaten. Bruk av drenerende duk kan være et nyttig supplement for å få overflater med krav til porer i klasse A og B.

### 3.1.3 Forskalingskjøter

Tett forskaling er en forutsetning for å få jevne kjøter mellom forskalingslemmer. Utett forskaling gir lekkasje fra betongen. Avhengig av glippens størrelse unnslipper luftblærer og vann, sementlim,

mørtel eller betong. Dersom sementlim unnslipper, får man sandstriper i skjøtene, og dersom mørtel unnslipper, får man steinreir i skjøtene, se Bilde 23.



Bilde 23: Resultat etter støp med utett forskaling.

Hjørnene av en forskaling er spesielt utsatt for å få lekkasjer. Dette er en viktig årsak til at en ofte bruker trekantlektet i utstikkende hjørner, i tillegg til at avfasede hjørner er mer robuste mot slag og støt. Trekantlektene tetter normalt for lekkasjene, men hvis en skal få pene, avfasede hjørner benyttes ofte trekantlektet av plast, som klemmer bedre til begge sidene av hjørnet. Uansett om det skal være skarpe eller avfasede hjørner, må forskalingen spikres godt eller sikres med stag slik at den er tett i hjørnene. Skarpe hjørner krever mer fokus på å sikre forskalingen.

Ordinær konstruksjonsbetong med konsistens (synk) 180 -200 mm er relativt «tolerant» for åpninger i forskalingen. Oppstår det lekkasjer lar de seg normalt tette. Ved bruk av høyere synk eller SKB vil det straks bli lekkasje dersom det er glipper i forskalingen. Støpetrykk påvirker forskalingen slik at åpninger blir større og dermed øker faren for lekkasjer. Bruk av tape over lemneskjøter kan bidra til å gi jevnere overflate og redusere risiko for lekkasje i skjøtene.

#### 3.1.4 Staghull

Staghull plasseres slik at planlagt utseende på overflaten oppnås. Plassering av staghull må spesifiseres i beskrivelsen. For synlige betongoverflater er det et vanlig at staghull skal stå i et regelmessig mønster. Om forskalingen ikke gir mulighet for dette, kan man supplere forskalingen med propper/konuser som imiterer staghull, se Bilde 24. Stagene strammes til ved oppsett av lukkeforskalingen og strammes jevnt til før støp. Stagsystemet må slutte godt inntil forskalingen for å hindre lekkasje av mørtel inn i plastkone på stagrøret for å unngå riveskader. Tetting av staghull er ofte ikke planlagt. Utseende på en ellers fin overflate kan ødelegges av dårlig tilpassede konuser, plastpropper eller lite gjennomtenkt mørtelfylling. Dette må planlegges slik at valgt løsning gir det utseende som er tiltenkt.



Bilde 24: Eksempler på ulike tettinger av staghull, a) senket gjenmørtling, b) senket plastplugg, og c) plastplugg med sort belegg.

### 3.1.5 Forskalingsoljer og -voks

Bruk av forskalingsolje eller -voks (slippmiddel) er nødvendig for å kunne rive forskalingen uten å skade verken betongoverflaten eller forskalingshuden. I noen tilfeller vil det være nødvendig å påføre slippmiddel på nye forskalingslemmer og bord.

For å få overflater med få porer og skjolder, må det påføres en tynn og jevn film av forskalingsolje eller -voks. Påføring av forskalingsolje og -voks utføres nøye og i god tid før støp. Overflødig middel må fjernes med svaber eller trekkes av med nal og tørkes med ren klut. Valg av type slippmiddel vil påvirkes av hva som ønskes oppnådd for de ulike flatene. I all hovedsak er en av de viktigste egenskapene at slippmiddelet er tyntflytende og at det er egnet for påføring under de temperaturer som er aktuelle på støpetidspunktet.

Slippmidler har tendens til å ha ulik fordampning sommer og vinter. Det er større risiko for mer ujevn og tykkere film på vinterstid enn sommerstid. Er det lang tid mellom påføring av slippmiddel på oppsettside og lukkeside, kan det bli ulik fargetone på de to sidene.

En forskaling som benyttes flere ganger, blir mer og mer skitten av støv for hver gang den brukes. Støvet binder forskalingsolje, og oljefilmen blir tykkere og tykkere etter hver bruk, og overflatene endrer karakter med flere porer og skjolder. Skal en oppnå vellykket overflate ved gjenbruk av forskalingen, må forskalingen vaskes før hver gangs bruk, før ny forskalingsolje påføres.



Bilde 25: Resultat av ujevn påføring av formolje.

### 3.2 Betongsammensetning og -egenskaper

Delmaterialene som brukes i betongen og mengdefordelingen mellom dem påvirker i stor grad:

- fargen på betongen og
- støpeligheten, det vil si hvor lett eller vanskelig det er å oppnå en feilfri utstøping.

Fargetonen til herdet betong bestemmes i stor grad av:

- fargen på finstoffene i betongen (sement, silika, flyveaske, tilsetningsmaterialer, samt filler i tilslaget)
- masseforholdet for betongen (lavt masseforhold tenderer til å gi mørkere farge)
- temperaturen betongen herder ved (lav temperatur tenderer til å gi mørkere farge)
- tilsetningsstoffene (har innvirkning på fillermengde og masseforhold)

Silikastøv gir normalt en mørk farge på grunn av støvets mørke farge. Alternativt er det mulig å benytte hvitt silikastøv som spesialbeskrivelse og –bestilling. Forskalingshuden innvirker indirekte på fargen ved at den påvirker v/c-forholdet (suger mer eller mindre vann fra betongen, lekker ut mer eller mindre vann), og ved at den varmeisolerer betongen i en viss grad.

Viktige momenter ved proporsjonering av betong for overflater i klasse A og B er:

- sørg for tilstrekkelig finstoff i betongen, selvkomprimerende betong (SKB) har høyere pastaandel/matriksandel enn ordinær konstruksjonsbetong, ref. NB 29.
- kravet til finstoffmengde innebærer at fasthetsklasse er B35 – B45 kan være fordelaktig foran B30. B30 kan kreve ekstra tiltak fra leverandørens side.
- hold alle ting mest mulig konstant på betongfabrikken og i leveransen, unngå variasjoner i delmaterialer, oppmåling og produksjon.

Støpelighet er viktig for betong til synlige betongoverflater, likevel er erfaringen at støpeutførelsen og forskalingen er minst like avgjørende for resultatet som betongsammensetningen. Så vel vibrert betong som SKB må være stabil og ikke vise vannutskillelse eller separasjon.

### 3.3 Utførelsen av støpearbeider

#### 3.3.1 Remiksing ved ankomst

Ved ankomst byggeplass bør all betong remixes ved å følge en tretrinnsregel:

- 1 Remix normalt som angitt for den betongen som leveres
- 2 Snu trommelen på bilen til tømning og kjør betongen så langt bak at den er på kanten til å begynne å falle i tømmerenna.
- 3 Dra betongen inn igjen i remixing

Metoden reduserer graden av ulikhet på de første 300 -500 liter vesentlig og er en god metode for å få jevnest mulig betongleveranse.

Betong tilsatt brannsikringsfiber eller annen micro PP-fiber skal ikke remixes fordi dette introduserer «falsk luft» i betongen.

#### 3.3.2 Utstøping av betongen

Erfaring har vist at selve utstøpingen er viktigst for å oppnå gode resultater. Utførelse med SKB er enklere enn utførelse med vibrert betong, men begge metoder har sine støperegler som må følges. Mye er likt for begge metodene. Generelt er det slik at støpearbeid som går jevnt og trutt uten avbrudd gir best resultat. Betongleveranse og utstøping som går kontinuerlig gir dermed redusert risiko for merker etter flohøyder på overflaten. Merker etter en flohøyde må ikke forveksles med støpeskjøt.

#### 3.3.3 Vibrering av betongen

Alle grunnregler for god vibrering må følges. Generelt bør det velges den største vibratoren som får plass i forskalingen, armeringstettheten tatt i betraktning. Grunnregelen er at det ikke benyttes mindre diameter på vibratorene før man faktisk er tvunget til det på grunn av konstruksjonens utforming. Dersom man må velge en liten vibrator på grunn av armeringstettheten, må man være klar over at en liten vibrator også har mindre effekt og det må vibreres tettere og settes større krav til jevnhet i betongleveransen.

Vibrator skal brukes systematisk slik at all betong komprimeres tilstrekkelig. Vibratoren anbefales å settes ned i punkter med innbyrdes avstand 8 – 10 ganger diameteren av vibratoren der det ikke er spesielle hindringer for komprimeringen. Tett armering, innstøpningsgods og lignende kan medføre at det bør vibreres tettere. For å få overflater med få porer og redusert skjolding anbefales å sette vibratoren i en avstand 1 – 2 ganger stavdiameteren fra forskalingshuden. Å trekke vibratoren sakte opp er det viktigste tiltaket ved vibrering. Ofte har konstruksjoner som er godt utstøpte en del grove porer helt i toppen. For å oppnå pene overflater helt opp må det revibreres også i toppen.

Selvkomprimerende betong (SKB) skal ikke vibreres som beskrevet over, men man må sørge for å få blandet sammen floer for å redusere faren for synlige merker etter flohøyden.

#### 3.3.4 Stigehastighet ved støp

Konstruksjoner som har krav til kvaliteten på den synlige overflaten bør støpes kontinuerlig uten lengre avbrudd, og med så høy stigehastighet at betongen i laget det til enhver tid støpes mot ikke har mistet konsistens i nevneverdig grad. Støpefronter som ligger stille så lenge at betongen får tiksotropisk tilstivning eller får «skorpe», vil gi mørkere streker på betongoverflaten. Strekene kan se ut som kaldskjøter/støpeskjøter, men er det ikke. Eksempler på resultater er vist i Bilde 26 og Bilde 27.



Bilde 26 Hardangerbrua, eksempel på mørke streker som ikke må forveksles med kaldskjøter. De mørkeste strekene er kaldskjøter mellom støpeavsnitt. Foto: Ole Krokstrand.



Bilde 27: Nærbilde av tårn på Hardangerbrua som viser støpefronten som mørke streker i overflaten, i tillegg til kaldskjøter mellom stlpeavsnittene. (foto: Lise Bathen)

En stigehastighet på 1 – 2 m/time er ofte anbefalt for å oppnå overflater som møter spesifikke krav til overflatekvalitet. Høyere hastighet trengs ved høy betongtemperatur, sommertemperaturer og høye fasthetsklasser. Stigehastigheten kan ikke være større enn at god vibrering kan gjennomføres.

### 3.3.5 Støpeutførelse med selvkomprimerende betong

Selvkomprimerende betong (SKB) har spesielle egenskaper i forhold til ordinær konstruksjonsbetong. Den er proporsjonert med henblikk på å oppnå utflyting uten vibrering og god stabilitet/liten separasjonstendens. SKB har dessuten noe tiksotrop karakter, det vil si at betongen mister flyteevnen når den ligger i ro, men gjenviner flyteevnen når det tilføres energi.

Det stilles større krav til riktig og jevn konsistens for selvkomprimerende betong enn ved levering av ordinær konstruksjonsbetong, og det er viktig å unngå separasjon før og idet betongen fylles i formen, ref. NB 29. Følgende prinsipper gjelder for utstøping med bruk av SKB:

- Håndteringen av betongen fram til fylling i formen og selve fyllingen i formen må være uten separasjonspåvirkning på betongen.
- Utflytingslengden i formen må begrenses slik at separasjon ved for lang utflyting unngås. En prøvestøp vil vise hvor langt betongen kan flyte.
- Utstøpingen må gå uten avbrudd og med så stor hastighet at skorpedannelse på overflaten unngås, eller støpemetoden må være slik at eventuell skorpe alltid brytes opp. Pumpestøp med neddykket slange er den anbefalte støpemetoden for SKB.
- Støping med kran og tobb er anvendbart kun for relativt korte vegger på grunn av støpekapasiteten, og anbefales ikke på grunn av økt fare for separasjon.
- Betongen skal ikke slippes med mer enn 0,5 meter fritt fall.

### 3.3.6 Oppstart av støp med SKB

Erfaring har vist at det lett kan oppstå separasjon og steinreir der støpen starter.

Ved pumpestøp må pumperøret/slangen smøres opp før den settes i formen. Den første betongen som pumpes gjennom legger igjen mye av sementlimet på rør-/slangeveggen, og betongen som kommer ut er vesentlig mer steinrik enn hva SKB er. Ved bruk av pumpe er det alltid en god grunnregel ved oppstart å pumpe rundt og tilbake i bilen som leverer for å unngå mye stein i oppstarten. For å redusere separasjonen mest mulig ved start av støp bør pumpe-slangen føres helt

ned til bunnen av formen, og kun ha ca. 10 cm klaring mot underlaget. Pumpen bør starte et sted hvor pumpe slangen kan komme ned til bunnen. Pumpe slangen bør settes ned i planlagte punkter med avstand som passer til betongens flyteegenskaper. Dette er erfaringsvis 5 - 10 m (maks. 5 m utflyting til hver side).

Ved støp med kran og tobb bør det fortrinnsvis brukes trakt med strøpme ned til bunnen ved oppstart av støpen, eventuelt andre hjelpemidler med tilsvarende virkning, for å redusere separasjonen mest mulig. Ved tobbstøp er det spesielt viktig å starte et sted hvor det vil være minst mulig separasjonspåvirkning på betongen, både ved bruk av SKB og ordinær konstruksjonsbetong.

### 3.3.7 Underforskaling

Betongoverflater mot horisontal underforskaling (for eksempel ved underkant dekker eller bjelker) er enkelt å oppnå glatte og med redusert antall porer. Risikomomentene er:

- Forurensning av treflis, biter av jernbindertråd eller andre fremmedlegemer på forskalingen
- Dårlig rengjøring av forskalingen
- Dammer med forskalingsolje
- Misfarging av forskalingsshuden fra rusten armering
- Avbrudd i støpen, "lepper" som ligger lenge og blir dårlig komprimert sammen med betong som støpes ut på senere tidspunkt.

### 3.3.8 Spesielle forhold ved skrå forskaling og overforskaling

Betongoverflater mot overforskaling og oppunder skrå forskaling er betydelig vanskeligere å oppnå de strengeste poreklassene, med mindre spesielle tiltak gjøres. Et tiltak som har vist tilfredsstillende resultater på skrå overforskaling er drenerende forskalingsduk.

Et råd for å få til godt resultat med vibrert betong er å fylle meget tynne lag (0,1 – 0,2 m) om gangen, hvor det vibreres ekstremt godt nær oppunder forskalingen, og forskalingen må ha godt med luftepunkter.

## 3.4 Etterarbeid ved betongstøp

### 3.4.1 Riving av forskaling

Det må være en målsetting å unngå skader på betongoverflaten ved riving av forskalingen. Det vil si:

- forskalingen må være slik utformet at den kan løsnes slik at kreftene fordeles over større arealer, ikke ved bøyning i hjørner etc.
- forskalingen må stå så lenge at betongen har oppnådd tilstrekkelig fasthet overalt, men ikke så lenge at forskalingen har brent seg fast (eller frosset fast vinterstid).
- forskalingen må, som beskrevet i punktet over, løsnes for å unngå fastbrenning dersom den er tiltenkt å bli stående som herdetiltak.

Rekkefølgen av arbeidsoperasjoner ved riving av forskaling kan ha betydning for om det oppstår skader. Lekter/bord spikret på forskalingen for å gi mønster i betongoverflaten (profilering) må være konet for å kunne fjernes uten skader. Utsparinger bør fortrinnsvis være lett koniske.

Spesielt vinterstid kan det by på problemer å oppnå tilstrekkelig fasthetsutvikling overalt for å unngå rivingsskader. Der det er kuldebruer (for eksempel utstikkende skjøtearmering, innstøpningsgods, metallrammer på systemforskaling), utsparing i betongvolumet (trekkerør, koblingsbokser) eller utstikkende hjørner, vil fasthetsutviklingen bli dårligere.



For å produsere synlige betongoverflater med spesifikke krav, kles hele støpeobjektet inn med isolasjon og presenning, om det da ikke er så kaldt at det også må fyres. Ved fyring for å oppnå høyere temperatur er det viktig at fyringen sikrer jevn temperatur for hele overflaten på forskalingen. Det må planlegges hvordan fyring skal plasseres for å oppnå dette.

Rengjøring av forskaling bør skje umiddelbart etter at den benyttes. Bestem på forhånd hvordan rengjøring skal utføres. Rengjøringsmetoder som benyttes spenner fra skraping og kosting til rengjøring med høytrykksvasking med varmt vann. Glatte overflater kan ikke benytte forskaling som skrapes og koster. Det er kun rengjøring med varmt vann med høyt trykk som er egnet rengjøringsmetode for slike overflater. Forskalingene må følges opp etter bruk og rengjøring. De sjekkes for sår og stables på en slik måte at de ikke er utsatt for skader. Forskaling som har fått skader tas ut av produksjon og erstattes med nye. Det må planlegges om samtlige forskalingsflak skal byttes ut samtidig eller om kun enkelte lemmer kan skiftes underveis.

#### 3.4.2 Etterbehandling og herdetiltak

Betongoverflater som er synlige og skal tilfredsstille spesifikke krav, må ikke utsettes for regn, vanning eller annen fuktighet den første uka etter avforming. Generelt omfatter herdetiltakene å sørge for at

- betongen har tilstrekkelig temperatur og fuktighet til at materialets egenskaper utvikles
- betongen ikke utsettes for skadelige påvirkninger

For synlige betongoverflater inkluderer skadelige påvirkninger fukt og misfarging ved kalkutslag eller rustvann.

Ved temperatur i den ferske betongen ned mot frysepunktet får en gjerne mørkere farge og økt antall porer i overflaten. Slike poreansamlinger opptrer gjerne der det har vært ekstraordinær avkjøling, for eksempel øverst mot fri overflate eller på utstikkende hjørner.

Det anbefalte herdetiltaket er tildekking, inkludert isolering på vinterstid. Det anbefales ikke å påføre herdemembran på forskalte flater. Noen steder vil det være et tykt lag herdemembran, som tar lang tid (flere år) før den forsvinner helt. I mellomtiden blir derfor overflaten meget skjoldete, og den vil forbli skjoldete over meget lang tid fordi betongen har fått forskjellig herdeforløp. Betongoverflater som har blitt påført herdemembran og siden utsatt for regn eller vanning, har blitt skjoldete.

De fleste betongoverflater som skal stå eksponert bør behandles med anti-graffiti behandling, støvbinding eller annen overflatebehandling. Dersom overflaten skal påføres overflatebehandling så anbefales ikke herdemembran på grunn av faren for dårlig heft og skjolding. Merk at eventuell overflatebehandling kan endre uttrykket til overflaten.

## 4 Reparasjoner og utbedring/flikk

Reparasjonsarbeidet og -materialene skal følge NS-EN 1504 del 1-10 når støpefeil er av strukturell eller bestandighetsmessig karakter. Flikk anses ikke som strukturell reparasjon, men valg av materialer og utførelse vil være av stor betydning for å få et godt resultat.

En utbedret mangel/reparasjon vil ofte forbli synlig på glatte betongoverflater. Det er likevel noen grep som kan tas for å gjøre reparasjonen så lite synlig som mulig.

Hvorvidt støpefeil skal utbedres eller stå urørt, må avtales mellom entreprenør og byggherre. Dersom det skal repareres så skal metode og prøvereparasjon avtales på forhånd. Alternativer til reparasjonsmetoder bør stå i beskrivelsen, ref. Veiledning fra Bygg Uten Grenser (2014).

Prøvereparasjon eller prøve på flikk bør gjøres samtidig med prøvestøp for konstruksjonen. Fargevariasjoner vil være avhengig av tid etter utstøping og uttørkingsforhold. Vurderingstidspunkt for reparasjonen avtales på forhånd.

#### 4.1 Type støpefeil som må repareres eller flikkes

De vanligste problemene er:

- Overflateporer
- Riss og støpesår
- Sprang og grater
- Mekaniske skader (for eksempel avslåtte hjørner)
- Fargevariasjoner
- Kalkutfelling
- Søl av rustvann eller sementpasta

Før man gjennomfører en utbedring eller flikk, må man vurdere hva som gir best mulig resultat. Noen ganger er mangelen selv minst synlig, eller skaden er så stor at man bør rive.

Skadetyperne kan deles i mangler av estetisk karakter og skader av konstruktiv/teknisk karakter. Skader av teknisk karakter er ikke omtalt i denne publikasjonen. Skader av konstruktiv eller teknisk karakter som kan påvirke konstruksjonens bæreevne eller funksjonalitet skal alltid repareres.

#### 4.2 Reparasjonsmaterialer

Sementbaserte reparasjonsmaterialer bør om mulig inneholde samme sementtype og sand, samt ha samme masse- og blandingsforhold som den opprinnelige betongen. På den måten kan man lettere sikre lik farge på utbedringen som på den opprinnelige overflaten. Endring i herdebetingelser som temperatur og værforhold har stor påvirkning på overflaten. Kaldt vær gir gjerne en mørkere overflate enn støp i varmt vær.

For å sikre mest mulig likhet mellom reparasjonsmaterialet og omkringliggende betongoverflate anbefales det å gjøre prøveflikk, eller at man starter i et område som er lite synlig. Utførelse av utbedringen gjøres som beskrevet ellers i dette kapitlet, samt som beskrevet i Lindland, J., (2016). Følg leverandørens anvisninger når det brukes reparasjonsmørtler.

Reparasjonsmassens konsistens må tilpasses etter skadeomfang, forskaling og bearbeidingsmetode. Det bør etterstrebtes mest mulig lik overflate, i form av struktur og farge, mellom utbedring og eksisterende betong, se Bilde 28 - Bilde 31. Utbedringen må tilpasses slik at det ikke oppstår riss eller svakhetssoner mellom reparasjonsmaterialet og eksisterende betong.



Bilde 28 Eksempel på godt synlig, pusset reparasjon



Bilde 29 Eksempel på godt synlig reparasjon på grunn av ulik farge og struktur på reparasjon og betongoverflate.



Bilde 30 Eksempel på mindre synlig reparasjon, , i motsetning til reparasjonene i bildene over er det her funnet reparasjonsmørtel med tilsvarende fargenyanse og struktur som opprinnelig betongoverflate.



Bilde 31 Eksempel på mindre synlig reparasjon, i motsetning til reparasjonene i bildene over er det her funnet reparasjonsmørtel med tilsvarende fargenyanse og struktur som opprinnelig betongoverflate

### 4.3 Forarbeid ved utbedringer

For at utbedringen skal gi et varig godt resultat, er det nødvendig med riktig utført arbeid. Forarbeidet omfatter:

- Fjerning av skadet betong og bearbeiding av overflaten som skal repareres
- Rengjøring av eksisterende armering
- Eventuell påføring av primer/heftbru
- Montering av eventuell tilleggsarmering
- Montering av eventuell forskaling

#### 4.4 Herdetiltak ved utbedringer

Det er viktig at herdetiltaket tilpasses reparasjonsmaterialet som er brukt. For sementbaserte produkter kan det oppstå svinnsprekker og riss dersom herdebetingelsene ikke ivaretas. Herdetiltak må iverksettes så raskt som mulig etter at arbeidet er utført.

Aktuelle tiltak for å gi riktige herdebetingelser for sementbaserte reparasjonsprodukter er påføring av herdemembran, vanning og/eller tildekking med plast. Ved kaldt vær må overflaten isoleres. Det er viktig å være oppmerksom på at voksbaserte herdemembraner kan gi negativ effekt på heft til etterfølgende overflatebehandling.

Ingen utbedringsarbeider skal utføres ved temperatur under 5°C, og andre krav som er satt av leverandøren til reparasjonsmaterialet skal følges. Utbedringen må beskyttes mot sol, vind og regn. Ved vinterarbeid må det gjøres ekstra tiltak for å holde temperaturen oppe, som isolering og oppvarming. For estetiske utbedringer anbefales det ikke å utføre reparasjonen ved lave temperaturer.

Vær oppmerksom på at ulike herdebetingelser gir ulik farge på sluttproduktet. Dersom støpearbeidet utføres i flere omganger, er det viktig å sikre like herdebetingelser.

NS-EN 13670+NA har omfattende beskrivelse av herdebetingelser tilpasset ulike herdeklasser.

#### 4.5 Reparasjonsmetoder

Det kan skilles mellom noen hovedtyper av utbedringer/reparasjoner:

- Reparasjoner med mørtel eller betong
- Reparasjoner med plastbasert materialer
- Reparasjoner med sprøytebetong
- Utbedring av overflate; poreetting og lasering
- Injisering i sprekker og riss
- Utbedring av kalkutslag og rustvann

I noen tilfeller kan det være nødvendig å kombinere flere reparasjonsmetoder. Kravene til reparasjonsmaterialet på grunn av kulde, fuktighet og tidspress kan ha avgjørende betydning for valg av metoder og materiale.

For flere detaljer se Krokstrand, O. H. et al. (2011) og Lindland, J. (2016). Maage, M. (2015).

##### 4.5.1 Utbedring med mørtel eller betong

For reparasjoner med mørtel er det viktig at man oppnår samme farge som i den omkringliggende betongen. Bilde 32 og Bilde 33 viser resultat av reparasjon hvor det ikke er samsvar mellom fargen på den opprinnelige betongen og på reparasjonsmaterialet.

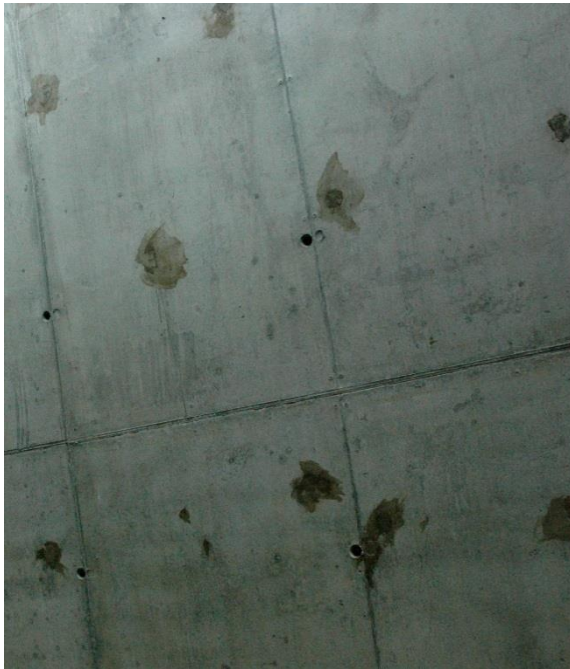
Det kan hovedsakelig brukes to prinsipper for mørtelsammensetningen:

- Gjenta materialsammensetningen til betongen ved å benytte samme sand, finstoff og sement som i den opprinnelige betongen.
- Reparasjonsmørtel som gir tilnærmet lik fargetone som opprinnelig betong

For overflater med høye krav til utseende er det særlig viktig å følge opp finfraksjonen i tilslaget (< 0,250 mm). For reparasjon av skader, anbefales det sand med kornstørrelse 1,5 – 2,0 mm, Krokstrand, O.H., Steen, Ø., Wiggen, M.M. (2011). For overflatebehandling/puss kan det brukes sand med kornstørrelse 0,25 – 0,50 mm. For overflater med mindre strenge krav kan det benyttes kornstørrelser

på 2 – 3 mm for større sår og skader. Fargejusteringer gjøres normalt med pigmenter eller hvit sement i den tørre massen. Fargen til utbedringen vurderes på en prøvestøp etter avtalt tidspunkt.

Geometrisk utforming av flater og hjørner vil også påvirke det estetiske uttrykket av utbedringen. Krav til estetisk uttrykk bør derfor tas med under vurdering av metode for utførelse. For eksempel vil det være lettere å oppnå rette flater og hjørner med forskaling enn med håndmørtling.



Bilde 32 Bruk av reparasjonsmørtel med farge som ikke samsvarer med eksisterende betong



Bilde 33 Reparasjon av støpesår påvirker sluttresultatet i stor grad.

Dersom skaden er stor, kan det være hensiktsmessig å reparere med betong, se Bilde 34 og Bilde 35. Som ved støping, er det viktig å unngå separasjon av reparasjonsbetongen. Hvis betongen separerer, vil det oppstå fargenyanser og sår i overflaten.

HØRINGSUTKAST  
DESEMBER 2019



Bilde 34 Reparasjon med betong, fylling



Bilde 35 Reparasjon med betong, etter fylling

Epoksymørtel består vanligvis av sand og epoksy, normalt tre komponenter. Sanden vil hovedsakelig bestemme fargen på epoksymørtelen. Derfor vil epoksymørtler ofte ha annen farge og struktur enn betongen, og det kan være vanskelig å få pene vertikale reparasjoner med epoksymørtel. Epoksymørtel brukes stort sett ved konstruktiv reparasjon av gulv.

Silikatbasert puss består vanligvis av sand med kornstørrelse opp mot 2,0 mm. Silikatpuss dekker vanligvis godt skader uten å påvirke overflatens permeabilitet. Fiber kan tilsettes for å redusere risikoen for riss. Det er mulig med en stor variasjon i farge ved tilsetning av fargepigmenter. Silikatpuss har gode bestandighetsegenskaper og det er vanskelig for skitt å feste seg på overflaten.

Det finnes flere produkter på markedet som ikke er omtalt her. Følg alltid leverandørens anvisninger.

#### 4.5.2 Reparasjon med plastbaserte materialer og maling

Herdeplaster er heldekkende belegg som påføres betongoverflaten og gir overflaten høy slitestyrke og god bestandighet mot kjemikalier og temperatur. Maling er et filmdannende belegg i tykkelse fra 0,1 mm til 5,0 mm.

Det henvises til NS-EN 1504-2, Krokstrand, O.H., Steen, Ø., Wiggen, M.M. (2011) og Norsk Forening for Betongrehabilitering. (2012, desember).

Herdeplaster og maling vil endre betongens farge og struktur fullstendig, og er derfor ikke videre omtalt i denne publikasjonen.

#### 4.5.3 Reparasjon med sprøytebetong

Skader som går på konstruksjonens sikkerhet, bestandighet eller bæreevne kan repareres med tørr sprøytet sprøytebetong, i henhold til NS-EN 1504-serien, se Bilde 36. Sprøytebetong har høy trykkstyrke, god heft til opprinnelig betong og herder raskt. Ulempen er at sprøytebetong gir lite muligheter til

etterbehandling som stålglatting, men kan rettes av/behandles uten mye kraft. Utførelse er beskrevet i Lindland, J., (2016).



Bilde 36 Sprøyting av tørrsprøytebetong (foto: Entreprenørservice)

#### 4.5.4 Porefylling

Porefylling er ikke en metode for lokal utbedring. Behandlingen må gjøres på et større felt. Målet er å gi overflaten en ensartet utseende, og materialets farge bør stemme overens med den opprinnelige betongen, se Bilde 37. Porefyllingen er ofte sementbasert, men kan også være epoksybasert. Hele overflaten behandles med massen som sparkles eller kosteres på. Massen fyller porene i betongen og dekker over mindre døde riss og sprekker. Denne type overflatebehandling kan også gi økt motstand mot smuss og forurensning. Det finnes mange produkter på markedet til denne typen behandling. Følg leverandørens anvisninger for best mulig resultat. Referanse: Lindland, J., (2016).



Bilde 37 Eksempel på betongoverflate med porefylling (fra Østbanehallen, Oslo)

#### 4.5.5 Lasering

Lasering er et semitransparent overflatemiddel som trekker inn i den ytterste sjiktet på betongoverflaten, se Bilde 38 til Bilde 47. Ofte er laseringen pigmentert, og kan være basert på

«vannglass» eller impregneringsprodukter. En slik behandling og vil gi en mer variert og levende overflate sammenlignet med malte flater. I tillegg øker lasering bestandigheten av overflaten. Lasering har mange fordeler:

- Kan pigmenteres etter valg
- Har høy bestandighet mot lys og UV-stråling, sopp- og algevekst
- Er slitesterk
- Er smussavvisende
- Er vannavstøtende og oljeavvisende
- Lasering kan brukes til å endre overflatens farge eller til å homogenisere en overflates utseende ved å variere mengden tilført pigment
- Kan brukes på både ny og gammel betong

Lasering kan i mange tilfeller «redde» en eksponert overflate ved at skjolding og eventuelle fargeforskjeller reduseres, samt at porer kan bli mindre synlige selv om de ikke tettes når det laserer til lysere farge.

Riktig og god forbehandling er viktig for sluttresultatet:

- Før påføring må overflaten rengjøres og være fri for formolje og uten rester av gammel overflatebehandling.
- Eventuelle utbedringer må grunnes ettersom partier med fersk mørtel har annen sugkapasitet enn uskadete overflater.
- Reparasjonsarbeidene må ikke foretas i temperaturer under 5 °C, sterk varme eller regn.

Det bør eksperimenteres med mengde pigment og påføringsmetode for å oppnå ønsket resultat. Laseringen må røres om regelmessig ettersom fargen har en tendens til å falle ned til bunns. For å sikre et godt resultat bør en påbegynt flate behandles uten stopp.

Det finnes hovedsakelig to typer laseringsprodukter;

- 1) Silikatlasur som blir en del av selve underlaget når den reagerer kjemisk med betongen uten at den fungerer som et belegg.
- 2) Akryllasur som trenger seg kapillært inn i yttersjiktet og gir en diffusjonsåpen, vannavvisende og bestandig overflate i likhet med silikatlasering. Akryllasering kan være vannbasert og løsemiddelbasert.





Bilde 38 Hvitlasert vegg



Bilde 39 Ikke lasert vegg



Bilde 40 Venstre felt er påført klar lasur tilsatt 10 % hvitt, høyre felt er ubehandlet.



Bilde 41 Lasering med ulike farger

HØRINGSUTKAST DESEMBER 2019



Bilde 42 kraftig skjolding, samt reparasjon på betongoverflate



Bilde 43 Samme betongoverflate som bildet til venstre, men overflaten er overflatebehandlet med lasering



Bilde 44 Reparert hjørne med mørtel, før lasering.



Bilde 45 Reparert hjørne etter lasering



Bilde 46 Reparert hjørne med mørtel før lasering.



Bilde 47 Reparert hjørne etter lasering.

#### 4.5.6 Tetting av riss og sprekker

Det skiller hovedsakelig mellom fem metoder for tetting av sprekker og riss:

- Gjenmørtling av sprekker

- Injisering av riss
- Forsegling av riss
- Etablering av fuge
- Pensling/oppfylling av riss

Metode avhenger av type riss, estetiske krav, samt om rissene har en konstruktiv betydning eller påvirker konstruksjonens bestandighet. Riss og sprekker kan over tid gi kalkutfelling og utluting hvis ikke de tettes. Dermed kan riss ofte komme mer til syne over tid.

Gjenmørtling av sprekker vil endre overflatens karakter, farge og struktur. Det kan gi ett jevnere resultat å mørtle hele overflaten enn kun å mørtle over selve sprekken.

Etter injisering av riss med epoxy eller polyuretan vil rissene fortsatt være synlig, se Bilde 48. I tillegg vil hull etter nippel eller selve nippelen være synlig etter reparasjonen. Injeksjon er som regel mest aktuelt for riss med lekkasjer.

Ved forsegling tettes riss og sprekker ved å påføre et tett belegg over risset. På vertikale flater bør det brukes mer tykflytende materialer. Vanligvis brukes epoksy, polyuretan- eller polyureavarianter. For stabile/døde riss kan samme behandling som porefylling brukes. For ustabile/levende riss kan det etableres en elastisk fuge langs risset. Systematiske fuger er godt synlige og definerte, men kan i mange tilfeller være et bedre alternativ enn «usynlige» reparasjoner.

Pensling eller oppfylling av riss er en form for injisering, men det brukes ikke trykk for å fylle riss/sprekker. Det stilles strenge krav til materialets viskositet for å oppnå god inntrengning i betongen. Det er mest vanlig å bruke epoksy. Ved større riss/sprekker kan man strø over litt sand, samtidig som man fyller med epoksy. For å sikre mest mulig lik overflate som eksisterende betong, bør det brukes tilnærmet samme sand som i eksisterende betong.



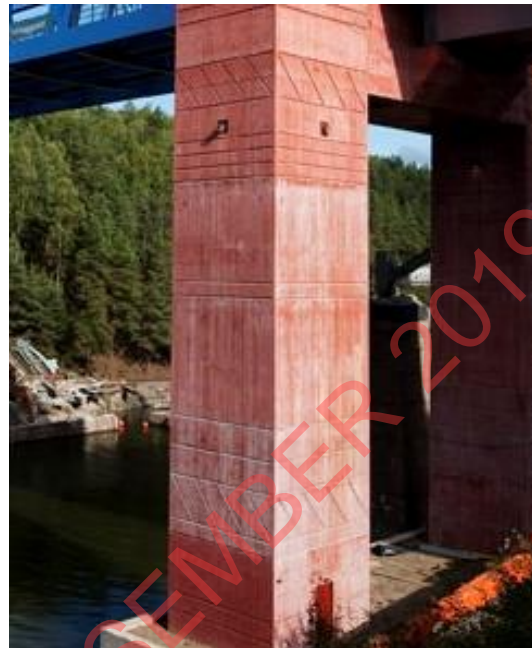
Bilde 48 Reparasjon av riss med epoksy og bruk av nipler

#### 4.5.7 Utbedring av misfarging fra kalkutslag og rustvann

Fjerning av rustvann og annet søl må gjøres så snart som mulig etter at det har oppstått for å få best mulig resultat. Sølv av fersk betong vaskes av før den herder og setter seg fast.



Bilde 49 Kalkutslag på fasadevegg



Bilde 50 Kalkutslag på pigmentert søyle

Kalkutslag er et lyst, nesten hvitt belegg på betongoverflaten, se Bilde 49 og Bilde 50. Kalkutslaget består av kalsiumkarbonat  $\text{CaCO}_3$ , dannet av  $\text{CaO}$  fra betongen og  $\text{CO}_2$  fra luften. Belegget er det samme som svært ofte sees på nesten nye teglsteinsmurer og som utfelling fra vannførende sprekker i betong. Kalkutslag synes å dannes hyppigere på betong med høyt sementinnhold og stor tetthet enn på betong av lavere kvalitet.

Kalkutslag oppstår på ung, nylig avforsalet betong som ennå har høy vannmetningsgrad og relativt åpent poresystem. På mer «modne» betongkonstruksjoner oppstår kalkutfelling kun dersom det foregår en vanntransport gjennom betongen (utluting).

Vilkårene som skal til for at det skal bli kalkutslag er at en samtidig har:

- ung betong uten en karbonatisert overflatehinne
- høy vannmetningsgrad i betongen
- fuktfronten er i overflaten av betongen

Om en skal unngå kalkutslag, må minst ett av vilkårene nevnt ovenfor ikke være oppfylt. I praksis kan en sikre seg mot kalkutslag på to måter:

- Sørge for en tykk vannfilm og rennende vann så lenge det skal opprettholdes fuktig herding, spyle av herdevannet og la betongen bli raskt overflatetørr når den fuktige herdingen avsluttes.
- Beskytte betongoverflaten mot fukt fra det øyeblikket den avforsalet og inntil overflatehuden er karbonatisert i yttersjiktet. Til å beskytte mot fukt brukes en presenning som må ligge løst over, ikke direkte inntil betongen, i 4-7 døgn.

#### 4.5.8 Fjerning av kalkutslag

Kalkutslag kan fjernes på ulike måter, for eksempel ved sandblåsing eller sandvasking (høytrykkspyling med sandtilsetning) eller ved vasking med syre. Vasking med syre utføres slik:

1. Vann konstruksjonen slik at betongen blir vannmettet (for å hindre kapillærsug av syre med påfølgende skade i overflaten).
2. Påføre betongoverflaten syre med konsentrasjon 5 – 10 %. Saltsyre er effektivt, men den er sterk og tar lett for mye pasta. Et godt alternativ er sitronsyre som er en svakere syre. Husk verneutstyr til den utførende.
3. La syren «arbeide» og løse opp kalken, deretter spyle av syre og kalk.

#### 4.5.9 Fjerning av rustvann

Konstruksjonsdeler som har utstikkende skjøtejern på toppen og blir stående en tid, får ofte misfarging av rustvann som renner nedover. Rustmerker oppstår også fra spiker for feste av armeringsstoler, avstandsklosser eller utsparinger dersom spikrene ikke er av rustfritt eller syrefast stål.

Rustmerkene er vanskelige å fjerne. I praksis må også disse fjernes ved sandblåsing eller sandvasking. Hvis støvingen fra sandblåsing kan tolereres, er denne metoden å foretrekke fordi man ikke risikerer å misfarge hele konstruksjonsdelen med rustvann. Konstruksjonsdeler med utstikkende skjøtarmoring på toppen må beskyttes mot nedbør inntil skjøtejernene er innstøpt. Det må også påseses at jern- og ståldeler ikke støttes mot konstruksjonsdelen så lenge fuktighet kan komme til.

HØRINGSUTKAST DESEMBER 2019

## 5 Referanseprosjekter

Nedenfor har vi listet opp noen bygg som kan være aktuelle referansebygg for glattforskalt flater. De fleste av byggene er presentert i vedlegg 2. Vær oppmerksom på at fotoeksemplene som er vist her ikke nødvendigvis representerer kvaliteten på betongoverflatene i hele bygget.

### 5.1 Oslo-området

- **Gyldendalhuset**  
Sehesteds Plass, Oslo
  - Brystninger, trapper, heissjakt og enkelte innvendige vegger i lys betong
- **Arkitekturmuseet**  
Bankplassen 3, Oslo
  - Utvendige murer og enkelte innvendige vegger i lys betong
- **Østbanehallen**  
Jernbanetorget, Oslo
  - Trappevanger i den innvendige trappen som leder fra Jernbanetorget samt bærekonstruksjonene for trappen i hvit betong
- **Lærernes Hus – Smykkeskrinet**  
Osterhaus gate 4B, Oslo
  - Innvendige vegger og trapp i lys betong
- **Lysaker stasjon**
  - Støttemurer og utvendige vegger i normal betong
- **Løren T-banestasjon**
  - Utvendige og innvendige vegger i lys betong
- **Vækerøveien 3**  
Oslo
  - Innvendige vegger i lys betong
- **Stabekk Stasjon**
  - Undergrunnsstasjon med vegger i normal betong

### 5.2 Utenfor Oslo

- **Realfagbygget**  
NTNU Gløshaugen, Trondheim
  - Eksponeerte vegger inne og ute i lys betong
- **Norges Varemesse**  
Messeveien 8 Lillestrøm
  - Innvendige vegger i messehallen i lys betong
- **Hamar Kulturhus**  
Torggata 100 Hamar
  - Innvendige vegger og bærende konstruksjoner i normal betong
- **Norsk Reiselivsmuseum**  
Holmen 15, Balestrand
  - Innvendige vegger i lys betong i kombinasjon med veggskiver skjært ut av grunnfjellet
- **Teglen - Spikkestad Kirke- og Kulturhus**  
Gamle Drammensvei 7 – 9, Spikkestad
  - Innvendige vegger i kirkesal og administrasjonsdel i normal betong

- Stormen – Kulturhus og bibliotek  
Storgata 1a/b, Bodø
  - Fasader og søyler i hvite betongelementer
- Stavanger Konserthus  
Sandvigå 1, Stavanger
  - Utvendige og innvendige veggelementer i rød, slipt betong

HØRINGSUTKAST DESEMBER 2019

## 6 Litteraturliste

Bygg Uten Grenser, Anvisning for å sikre bedre beskrivelse av betongoverflater (2014).

Eide, M.B. og Hegseth I. (2009) Klassifiseringsverktøy for forskalte betongflater. Masteroppgave. Trondheim, NTNU.

Krokstrand, O.H., Steen, Ø., Wiggen, M.M. (2011). *Betongoverflater*. Oslo: Gyldendal Akademiske.

Lindland, J. (2016). *Betongrehabilitering. Reparasjonsmetoder, utførelse og kontroll*. Oslo: Norsk Forening for betongrehabilitering.

Lysberg M., Alexander S. (2014). *Betongelementboken : Bind F : toleranser : tilvirkningsavvik, samlet byggavvik, overflater, målemetode*

Maage, M. (2015). *Betong. Regelverk, teknologi og utførelse*. Byggenæringens forlag.

Norsk Forening for Betongrehabilitering. (2012, desember). Løsninger basert på herdeplast.

Norsk Betongforenings Publikasjon nr 29, Selvkomprimerende betong (NB 29).

NS-EN 13670:2009+NA:2010 Utførelse av betongkonstruksjoner

NS-EN 1504-2 «Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner. Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar – Del 2: Systemer for overflatebehandling»

NS 3420:2017 Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner.

Statens Vegvesen (2018) *Håndbok R762 Prosesskode 2 - Standard beskrivelse for bruer og kaier*

Østnor, T., Aarstad, K., Kaspersen, K. og De Weerd, K. (2014) Brukermanual for BetongGUI – analyse/karakterisering av porer på betongoverflater. COIN Project report 51.

HØRINGSUTRÅKST DESEMBER 2019



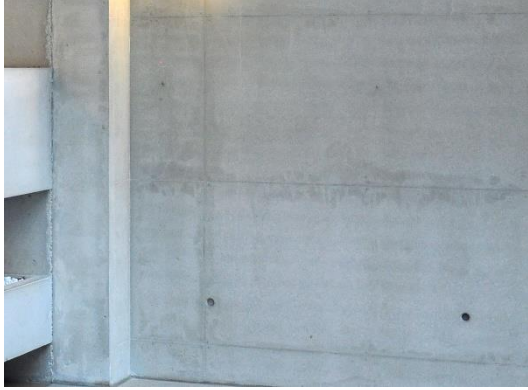
# VEDLEGG 1

## Skjoldingsklasser

HØRINGSUTKAST DESEMBER 2019

# Eksempler Skjoldingsklasse A

Teksturnivå (T) 0 - 2 m



Detaljnivå (D) 2 - 10 m



Fasadenivå (F) 10 - 100m



HØRING/SUTKAST DESEMBER 2019

# Eksempler Skjoldingsklasse B

Teksturnivå (T) 0 -2 m



Detaljnivå (D) 2 – 10 m

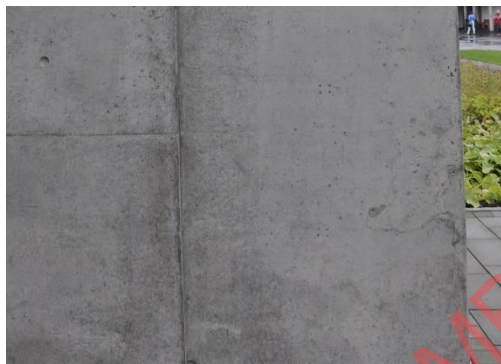
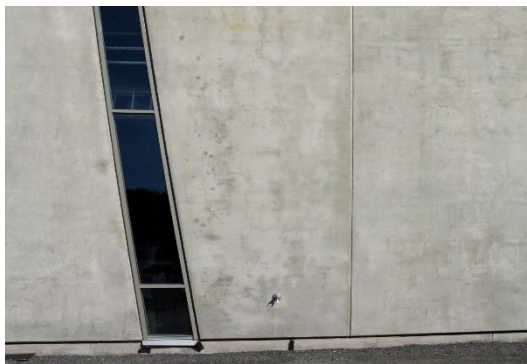


Fasadenivå (F) 10 – 100m

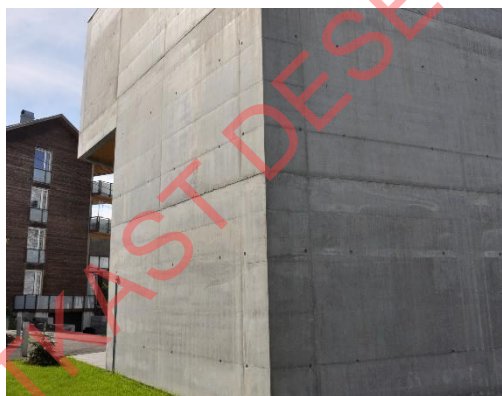
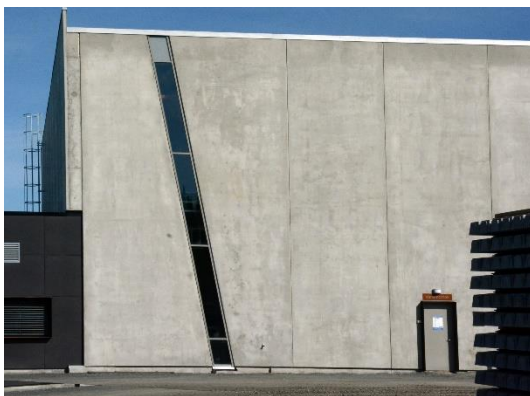


# Eksempler Skjoldingsklasse C

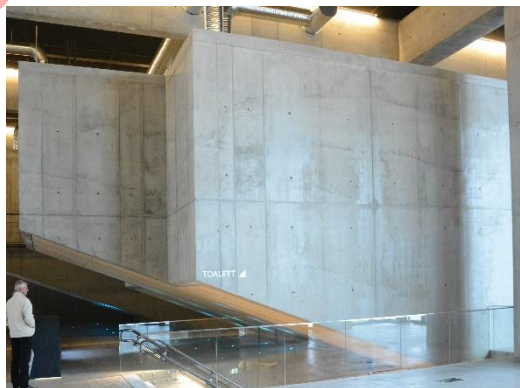
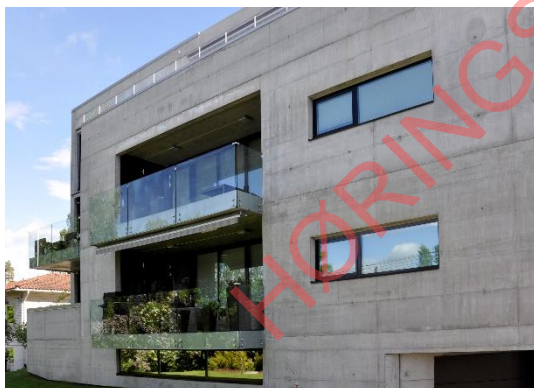
Teksturnivå (T) 0 - 2 m



Detaljnivå (D) 2 - 10 m

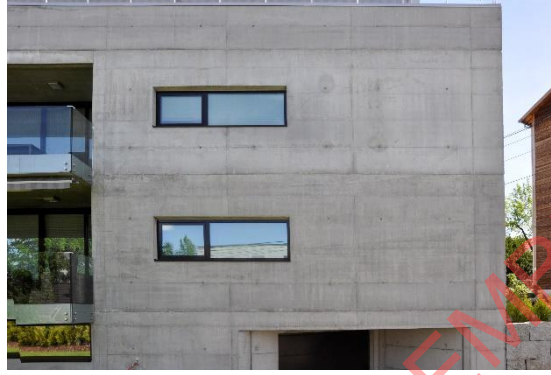


Fasadenivå (F) 10 - 100m



# Eksempler Fargevariasjonsklasser

Fargevariasjonsklasse A



Fargevariasjonsklasse B



Fargevariasjonsklasse C



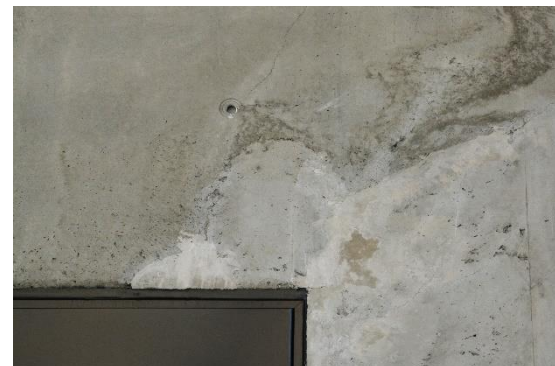
HØRINGSUTKAST DESEMBER 2019

# Skrekkeksempler

Balkonger på ett og samme prosjekt



Andre prosjekter



## VEDLEGG 2

### Referansebygg

HØRINGSUTKAST DESEMBER 2019

# Referansebygg Betongoverflater

HØRINGSUTKAST DESEMBER 2019

Oppdatert  
14.09.2018



Vi viser i denne oversikten fotoeksemplere fra utvalgte betongprosjekter. Vær oppmerksom på at fotoeksemplene ikke nødvendigvis representerer kvaliteten på betongoverflatene i hele bygget.

## Oslo-regionen:

### Gyldendalhuset

Sehesteds Plass, Oslo

Brystninger, trapper, heissjakt og enkelte innvendige vegger i lys betong

### Arkitekturmuseet

Bankplassen 3, Oslo

Utvendige murer og enkelte innvendige vegger i lys betong

### Østbanehallen

Jernbanetorget, Oslo

Trappevanger i innvendig trapp som leder fra Jernbanetorget samt bærekonstruksjonene for trappen i hvit betong

### Lærernes Hus – Smykkeskrinet

Osterhaus gate 4B, Oslo

Innvendige vegger og trapp i lys betong

### Lysaker stasjon

Støttemurer og utvendige vegger i normal betong

### Løren T-banestasjon

Utvendige og innvendige vegger i lys betong

### Vækerøveien 3

Oslo

Innvendige vegger i lys betong

### Stabekk Stasjon

Undergrunnsstasjon med vegger i normal betong

## Utenfor Oslo:

### Realfagbygget

NTNU Gløshaugen, Trondheim

Eksponerte vegger inne og ute i lys betong

### Norges Varemesse

Messeveien 8 Lillestrøm

Innvendige vegger i messehallen i lys betong

### Hamar Kulturhus

Torggata 100 Hamar

Innvendige vegger og bærende konstruksjoner i normal betong

### Norsk Reiselivsmuseum

Holmen 15, Balestrand

Innvendige vegger i lys betong i kombinasjon med veggskiver skjært ut av grunnfjellet

### Teglen - Spikkestad Kirke- og Kulturhus

Gamle Drammensvei 7 – 9, Spikkestad

Innvendige vegger i kirkesal og administrasjonsdel i normal betong

### Stormen – Kulturhus og bibliotek

Storgata 1a/b, Bodø

Fasader og søyler i hvite betongelementer

### Stavanger Konsethus

Sandvigå 1, Stavanger

Utvendige og innvendige veggelementer i rød, slipt betong

*Redaksjonen ønsker seg flere referansebygg utenfor Osloregionen. Har du forslag til ytterligere prosjekter, kontakt Norsk Betongforening*



Ark.: Sverre Fehn

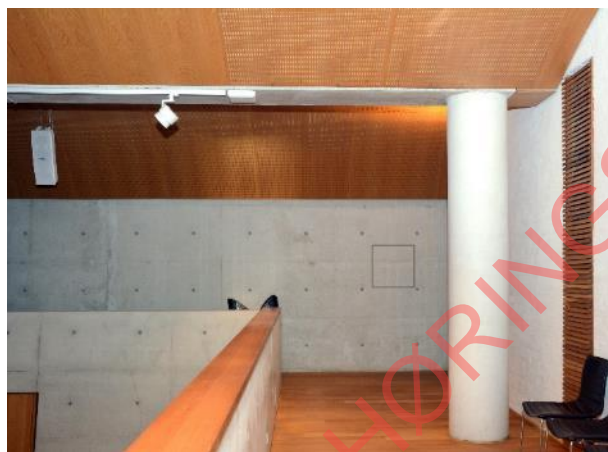
# Gyldendalhuset

Sehesteds plass - Oslo

«Lys betong»

Hamsun-salen

Galleri, høyre side



10 m avstand



3 m avstand



60 x 60 cm rute  
Poreklasse C

# Gyldendalhuset

Sehesteds Plass - Oslo

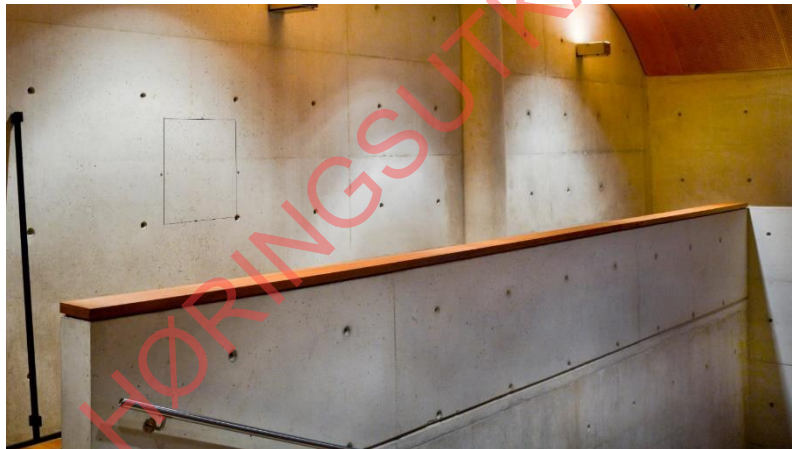
«Lys betong»

Hamsun-salen

Galleri, venstre side



10 m avstand



3 m avstand



60 x 60 cm rute  
Poreklasse C

# Gyldendalhuset

Sehesteds Plass - Oslo

«Lys betong»

Hamsun-salen

Front, nede høyre side



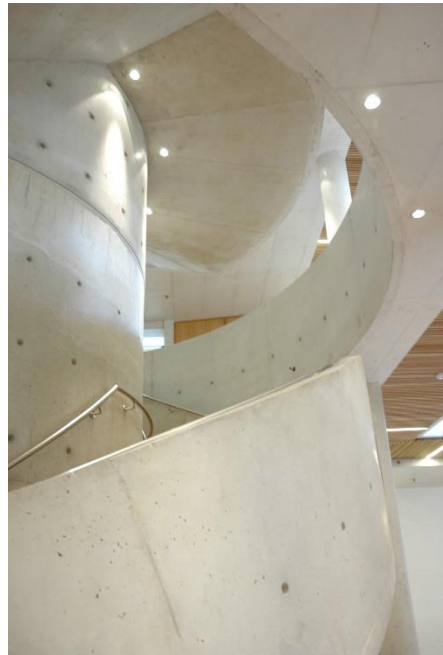
10 m avstand



3 m avstand



60 x 60 cm rute  
Poreklasse B





Ark.: Arne Henriksen Arkitekter

## Løren stasjon

Oslo

«Lys betong»

Sydfasade



10 m avstand



3 m avstand



60 x 60 cm rute  
Poreklasse C

# Løren stasjon

Oslo

«Lys betong»

Innvendig vegg – repos

Klasse ift porer:

Klasse ift farge:



6 m avstand



3 m avstand



60 x 60 cm rute



Ark.: Element arkitekter



## Lærernes Hus «Smykkeskrinet»

Osterhaus gate 4B Oslo

Innvendige vegger, rekkverk og sjakter i «Lys Betong»

Fojé



6 m avstand



3 m avstand



60 x 60 cm rute



# Lærernes Hus «Smykkeskrinet»

Osterhaus gate 4B Oslo

Kantine



6 m avstand



3 m avstand



60 x 60 cm rute



Uregelmessighetene synes ikke på avstand

## Lærernes Hus «Smykkeskrinet»

Osterhaus gate 4B Oslo

Også i Lærernes Hus er det variasjoner i overflatekvaliteteten.

Bilder tatt på 1m avstand





Ark.: Mellby Arkitektur Interiør AS

# Østbanehallen

Oslo

Trappevanger og bærekonstruksjoner i hvit betong



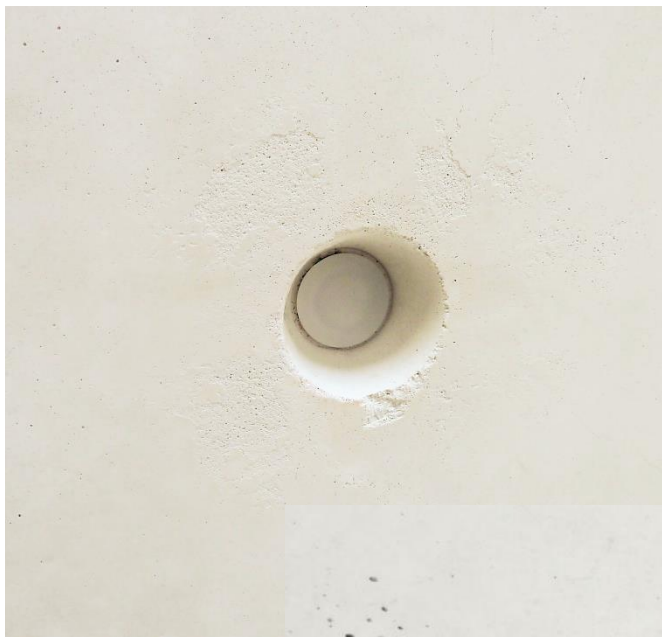
10 m avstand



3 m avstand



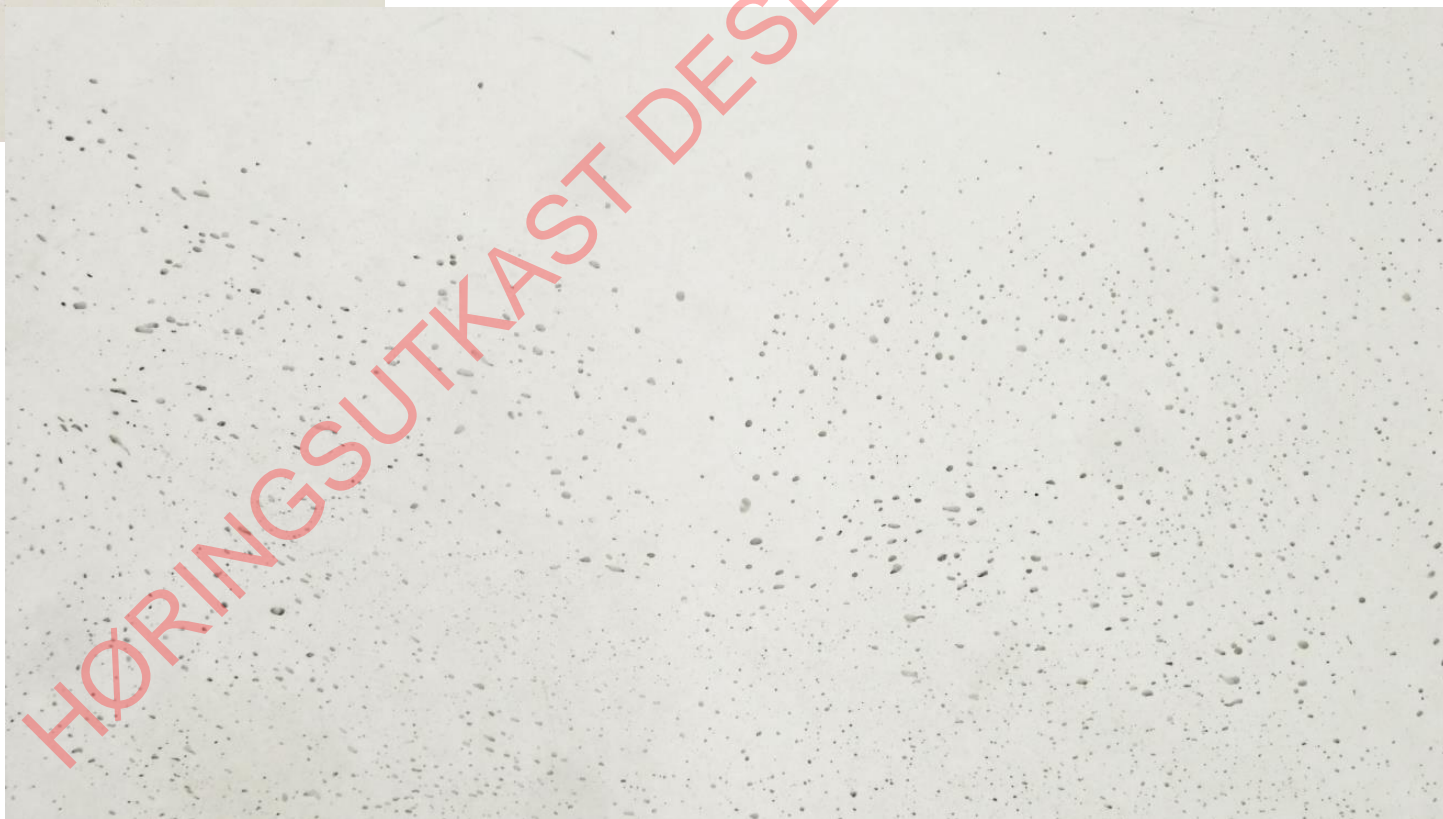
60 x 60 cm rute



## Østbanehallen

Oslo

Selv om overflatene på trappevangene er tilnærmet perfekte, finner man også her avvik



# Lysaker Stasjon

Bærum

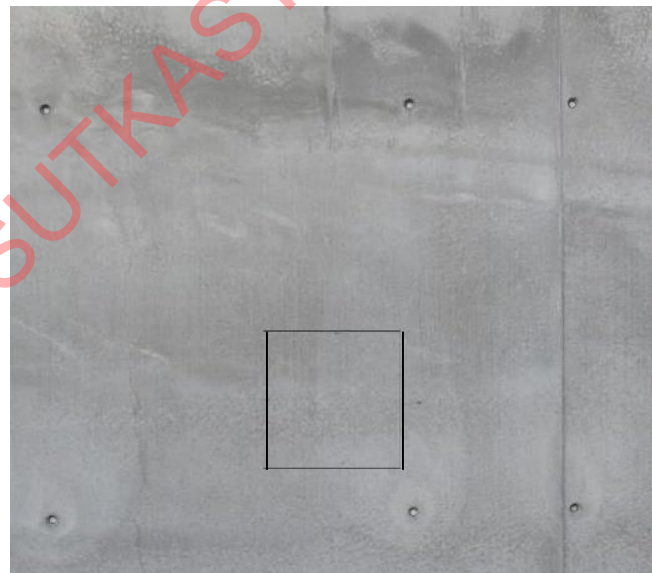
Grå betong



Ark.: Snøhetta



10 m avstand  
Skjoldingsklasse B?



3 m avstand



# Stabekk Stasjon

Bærum  
Grå betong



Ark.: Norconsult



6 m avstand



3 m avstand



60 x 60 cm rute

# Hamar Kulturhus

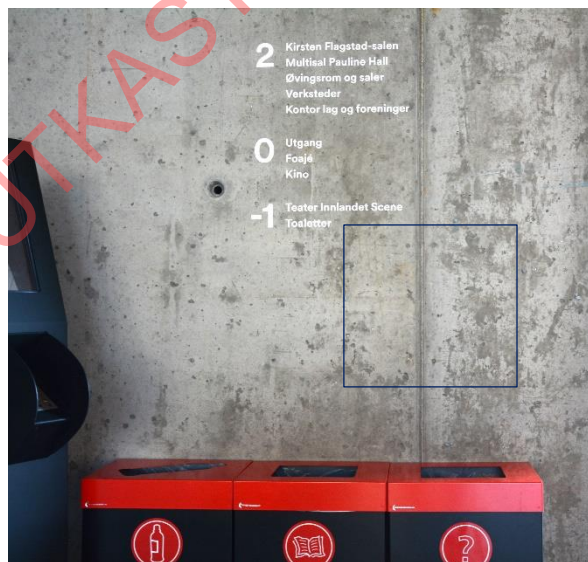
Torggata 8, Hamar

Innvendige vegger og søyleskiver  
i grå betong

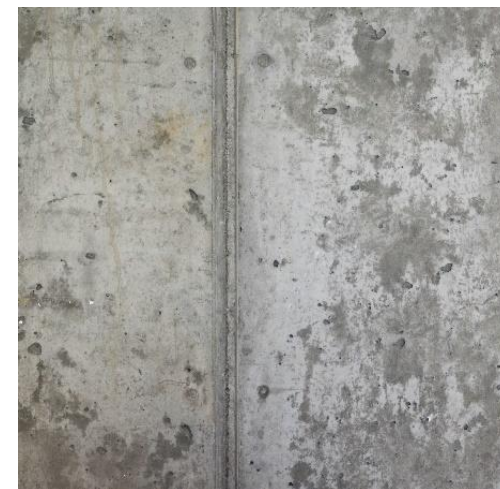
Foajé



6 m avstand



3 m avstand



60 x 60 cm rute

## Hamar Kulturhus



Skjoldene i vegg i vrirleområdet i 2. etasje skaper egentlig en fin dekor



Skjolder i vegg gir overflaten liv



Veggmalerier på betongflatene i kantina



Søyleskiver i biblioteket



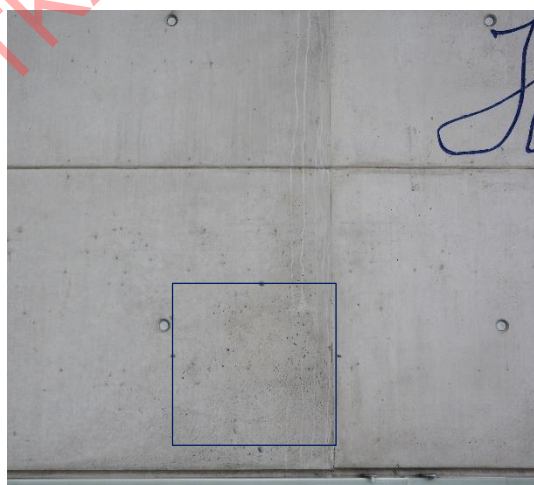
# Norges Varemesse

Lillestrøm

Grå betong i innvendig bærevegg  
i vrirlehall



6 m avstand



3 m avstand



60 x 60 cm rute

# Realfagbygget II

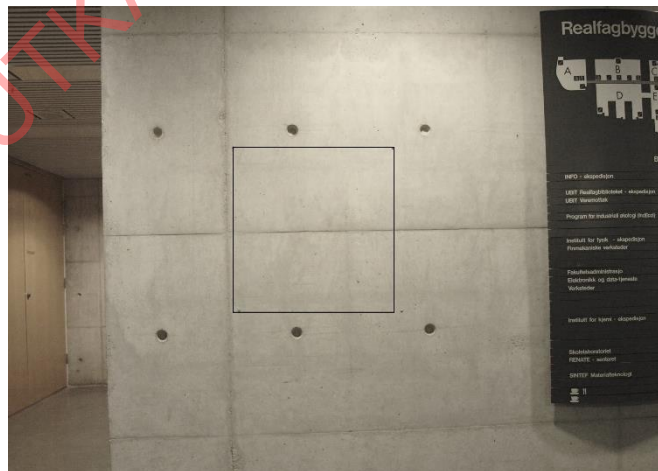
Gløshaugen – Trondheim

Lys betong i innvendige vegger.

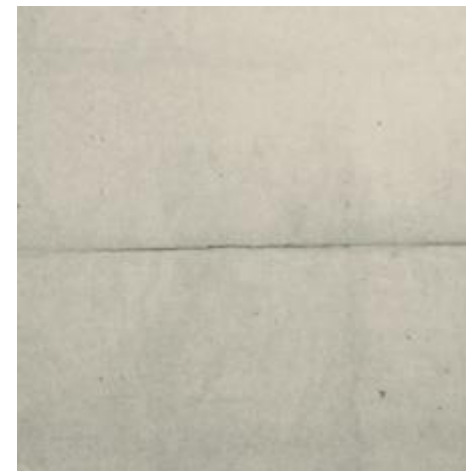
Utvendige vegger er i hvit betong



6 m avstand



3 m avstand



60 x 60 cm rute

# Teglen - Spikkestad Kirke og Kulturhus

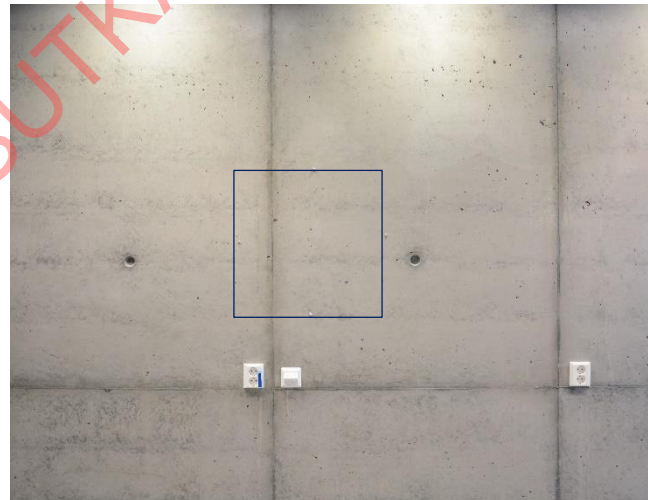
Gamle Drammens vei 7-9

Innvendige vegger i grå betong

Bilder fra administrasjonsdelen



4,5 m avstand



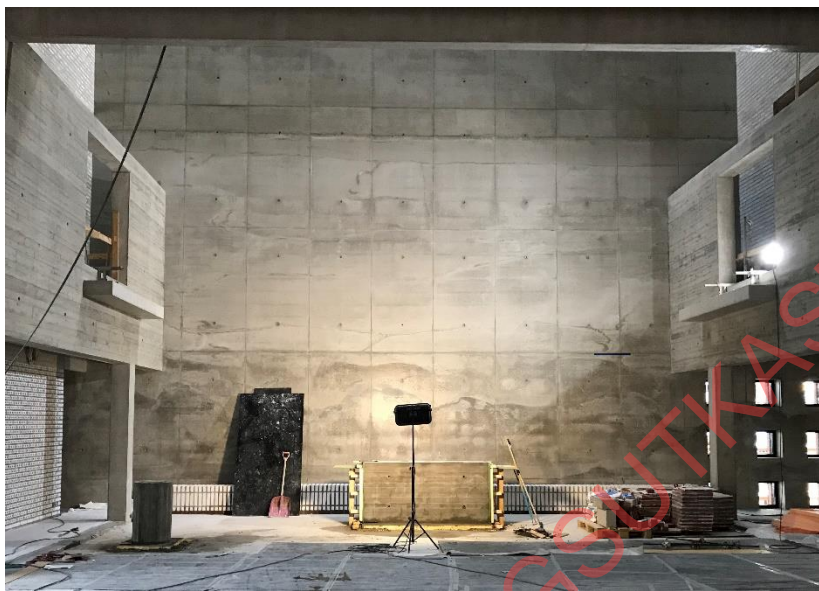
3 m avstand



60 x 60 cm

## Teglen - Spikkestad Kirke og Kulturhus

Bilder fra forsamlingsosal/kirkesal



Eksempel på effekten av påføring av lasur tilsatt farge

På bildet til venstre ser man hvorledes den nederste delen av alterveggen er sterkt preget av skjolder.

Man valgte å påføre to strøk med farget lasur, og resultatet sees i bildet til høyre. Skjoldene er så vidt synlig, man har fortsatt beholdt betongstrukturen, men plateskjøtene er forsvunnet, og man ser tydelig forskjell på hva som er behandlet og hva som ikke er det.

Byggherre og arkitekt var ikke tilfreds med resultatet. Hva status er i skrivende stund vites ikke.

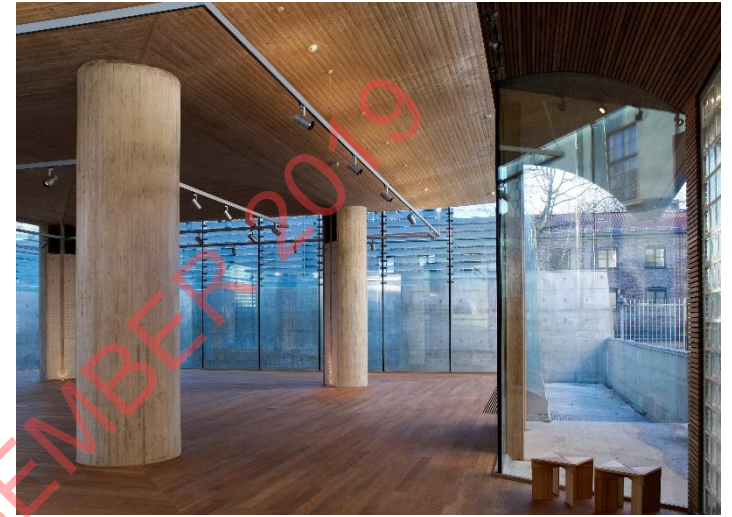


## Vækerøveien 3

Oslo

Innvendige vegger i lys betong  
av håndverksmessig svært høy  
kvalitet



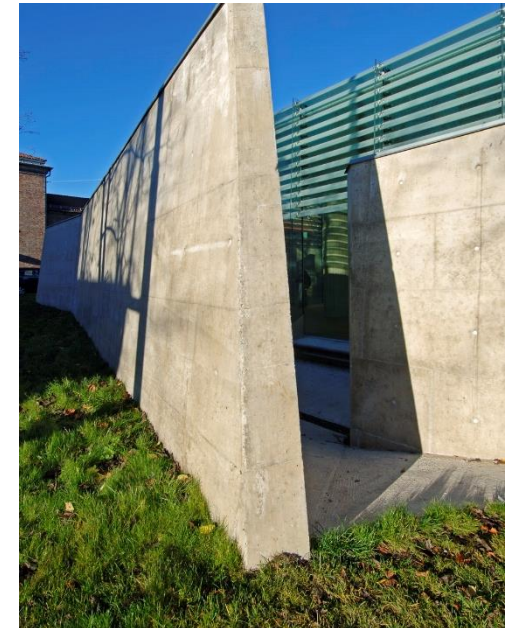
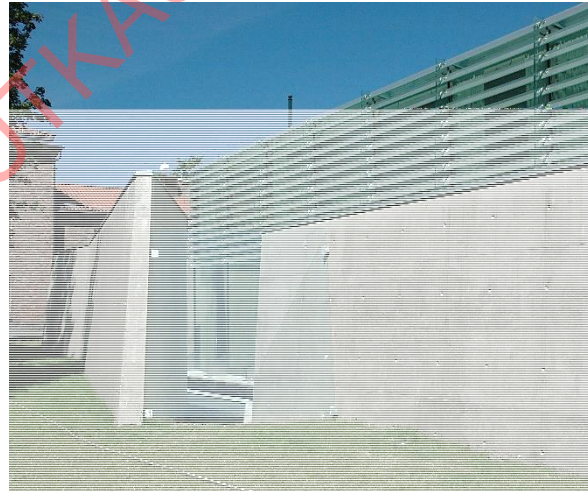


## Arkitekturmuseet

Bankplassen 3, Oslo

Utvendige murer og enkelte innvendige  
Plateforskalete veggskiver i lys betong.

Utstillingshallen er i praktfull bordforsalet utførelse



Plateforsalet veggskive i lys betong.

Utvendige murer før påføring av anti grafitti

..... og etter



## Norsk Reiselivsmuseum

Holmen 15, Balestrand

Innvendige vegger i lys betong i  
kombinasjon med veggskiver skjært ut av grunnfjellet





## Stormen

Kulturhus og Bibliotek

Storgata 1a/b

Fasader og søyler i hvite betongelementer







## Stavanger Konserthus

Sandvigå 1

Utvendige og innvendige veggelementer i rød, slipt betong





Kontaktinformasjon

[nb@tekna.no](mailto:nb@tekna.no)

[www.betong.net](http://www.betong.net)

Copyright Norsk Betongforening