



FLYTENDE BETONGGULV

– utførelse iht. Norsk Betongforenings publikasjon
15:2017 Betonggulv – gulv på grunn, påstøp

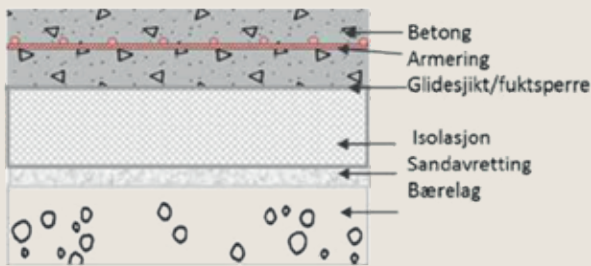
Tekst: Tom I. Fredvik, teknisk sjef, Norcem.
Artikkelen er basert på Norcems veiledning Flytende betonggulv
Foto: Vette Houg, HeidelbergCement NE

Unngå kantroising, knekte hjørner og riss!

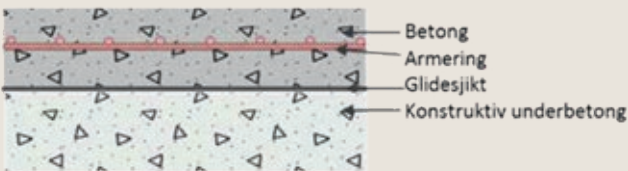
Svinn og punktlaster er som oftest hovedårsaken til at det oppstår skader på betonggulv.

Artikkelen angir krav, anbefalinger og praktiske råd for produksjon av betong og utførelse av flytende gulv der det stilles krav til begrensede rissvidder iht. gulvklasse I, II og III i NB 15:2017.

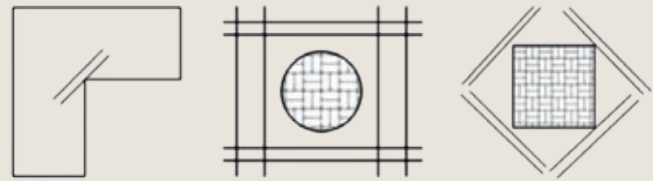
Betong trekker seg sammen ved uttørring. Dette kan medføre opprissing i overflaten hvis gulvet ikke gis mulighet for fri bevegelse. Med flytende gulv menes derfor gulvfelt som fritt kan bevege seg, hverken fastholdt til underlaget eller i andre konstruksjonsdeler.



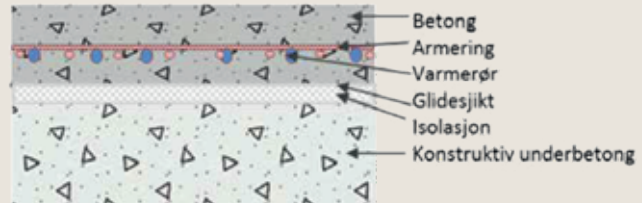
Figur 1: Eksempel på oppbygging av flytende gulv på grunn



Figur 2: Eksempel på oppbygging av flytende påstøp



Figur 3: Tilleggsarmering ved diskontinuitet i geometri, og rundt sluk og søyle



Figur 4: Eksempel på oppbygging av flytende påstøp med varmerør

Oppbygging av flytende gulv

Figur 1 og 2 viser eksempler på oppbygging av flytende gulv på grunn og flytende påstøp på underliggende betong.

UNDERLAG

Et tilstrekkelig tykt, godt komprimert og nøyaktig avrettet bærelag/underlag er viktig både når det gjelder å begrense riss i gulv og overholde toleransekravene til ferdig overflate.

Underlaget/bærelaget skal ha en høydeteranse på ± 20 mm og en jevnhet målt med 3 meter lang rettholt på ± 10 mm. Krav til oppbygging av underlaget må vurderes ut i fra de laster som vil opptre.

GLIDESJIKT

Minimum ett lag 0,2 mm plastfolie brukes som glidesjikt mellom underlaget og det flytende betonggulvet. Plasten trekkes opp langs veggene for å skille gulvet fra veggen, samtidig som dette hindrer betongsprut på veggene.

ARMERING

De vanligste armeringstypene for gulv er nett- og stangarmering av stål og makrofiber av stål- eller polymermaterialer.

For flytende gulv skal det legges inn tilleggsarmering ved diskontinuiteter i geometri og ved utsparinger (rundt søyler, sluk, hjørner etc.), for eksempel 2–4 stk. $\varnothing 12$ –16 c/c 100 mm, avhengig av krav til rissvidde. Se eksemplene i figur 3.

INNSTØPTE VARME- OG KJØLERØR

Varmerør er normalt 15–25 mm og kjølerør 12–32 mm i diameter. Dersom rørene krysser en fuge, skal det sikres at rørene kan ta opp den forventede deformasjonen som kan skje i fugen.

Bruk av skinner som festeordninger for rørene kan føre til uønskede riss og bør derfor unngås i gulv med strenge risskrav.

For gulvtykkelser 100–150 mm legges varmerørene midt i tverrsnittet. Ved tykkere gulv kan varmerørene legges høyere. Rørene legges under topparmeringen for å hindre at de flyter opp.

Det er vanlig å legge kjølerør høyt i tverrsnittet. Ved store temperaturforskjeller, f.eks. i ishaller, skal gulvene prosjekteres særskilt. Figur 4 viser eksempel på utførelse av flytende påstøp med rør.

TOLERANSER FOR BETONGOVERFLATEN

Toleransene i NS-EN 13670+NA til Tillegg G, er normative i Norge for betonggulv. Kravene varierer med metode for avtrekking/glatting. NS-EN 13670+NA har et generelt krav til sammensatt byggtoleranse på ± 15 mm.

Gulv for høye reoler og høytløftende trucker stiller normalt strengere krav til planhet og helning enn de som er angitt i NS-EN 13670+NA.

Gulvklasser

NB 15 har definert fire gulvklasser avhengig av krav til største tillatte rissvidde, se tabell 1. Det er viktig å være klar over at dette er en beregningsmessig rissvidde basert på forholdene ved armeringen. Rissvidden på overflaten vil kunne avvike fra den beregningsmessige, men det er forventet at de fleste rissvidder på overflaten er mindre enn den beregnede rissvidden.

KRAV TIL RISSVIDDE

Gulvklasse I er ment for gulv med spesielt strenge krav til rissvidder og estetikk.

Slipte gulv bør utføres i gulvklasse I, men kan også utføres i gulvklasse II sammen med egnet overflatebehandling (herdeplastbelegg med s_d -verdi ≥ 5 m).¹⁾

Industriegulv bør normalt utføres i gulvklasse II.

Gulvklasse III er for mer vanlige gulv.

¹⁾ s_d -verdi angir hvor tykt (i meter) et stillestående luftlag må være for å gi samme vanddampmotstand som materialsjiktet



KRAV TIL MAKSIMALT TOTALT SVINN

Krav til maksimalt totalt svinn ($S_{\text{vinn,REF}}$) på 0,55 i gulvklasse I og II og 0,75 i gulvklasse III kan oppnås iht. preaksepterte bindemiddelløsninger i tabell 2-2 i NB 15, med maksimale effektive vannmengder pr. sementgruppe.

Ved å dokumenter svinnutvikling for bindemidler iht. vedlegg A i NB15 er det imidlertid mulig å få utvidede bruksbetingelser eller å dokumentere nye bindemidler. Bruksbetingelsene for de ulike sementtypene innhentes fra den aktuelle produsent.

KRAV TIL GLIDESJIKT

For flytende gulv i gulvklasse I og II benyttes to lag 0,2 mm plast som glidesjikt. I gulvklasse III kan det være tilstrekkelig med ett lag. Dette er fordi kantreising blir like viktig som friksjon mot underlaget mht. rissdannelse i gulvklasse III.

GULVKLASSE	I	II	III	IV ¹⁾
Rissvidde (mm)	≤ 0,3 ²⁾	≤ 0,5	≤ 1,0	-
Svinn _{REF} (%)	≤ 0,55	≤ 0,55	≤ 0,75	-
Glidesjikt	2 lag PE-plast	2 lag PE-plast	1 lag PE-plast	-
Armeringsmengde ³⁾	3x $A_{s,min}$	2x $A_{s,min}$	1x $A_{s,min}$	-
Minimumtykkelser (mm) for enkelt-/dobbeltarmert gulv	100/150	100,120 ⁴⁾ /150	100/150	100
Bestandighetsklasse	M40/MF40	M40/MF40-M60	M40/MF40-M60	-
Herdeklasse	4	4	3	-

Tabell 1: Gulvklasser – prosjektering og utførelse av flytende gulv

¹⁾ Kun krav til minimumstykkelse på 100 mm

²⁾ Estetisk krav, tilfredsstillende normalt også bestandighetskrav iht. NS-EN 1992-1-1

³⁾ Armering i overkant. Ved punktlaster vil det i tillegg være behov for armering i underkant

⁴⁾ 120 mm gjelder M45/MF45 og M60 betong

KRAV TIL ARMERING

Med $A_{s,min}$ i tabell 1 menes $A_{s,min}$ iht. NS-EN 1992-1-1+NA, hvor den effektive høyden d erstattes med hele tykkelsen til gulvet. For gulv med punktlaster skal armeringsmengden dimensjoneres.

Overkantarmering bør legges høyest mulig i gulvet for å få best rissfordelende effekt. Overdekningen skal være minst lik stangdiameteren og ikke mindre enn 10 mm for å sikre kraftoverførende egenskaper, men miljøhensyn tilsier som regel større overdekning.

Gulv i gulvklasse I kan ikke utføres med fiberarmering alene, men krever enten bruk av kamstenger alene, eller en kombinasjon av kamstenger og fiber.

Større gulv (fra 50 m²) i gulvklasse II bør også armeres med stenger, eventuelt i kombinasjon med fiber, mens mindre gulv i denne klassen kan armeres med kun fiber.

I gulvklasse III kan også større gulv armeres med kun fiber.

KRAV TIL MINIMUMSTYKKELSE

Generelt skal gulvtykkelsen dimensjoneres. Tabell 1 viser at minimumstykkelse for dobbeltarmerte gulv er 150 mm, og normalt kreves det da spesielle tiltak for å få plass til armeringen. For enkeltarmerte tverrsnitt er minstestykkelsen 100 mm for alle klassene. I gulvklasse II er minstestykkelsen 120 mm for gulv i M45/MF45 og M60-betong på grunn av størrelsen på uttørkingssvinn og økt fare for kantreising.

KRAV TIL BESTANDIGHETSKLASSE

Normalt relateres krav til bestandighetsklasse til prosjektert eksponeringsklasse.

For gulvklasse I er kravet til bestandighetsklasse M40/MF40 styrt av ønsket om spesielt lavt uttørkingssvinn for å begrense kantreising mest mulig.

KRAV TIL HERDETILTAK

I gulvklasse I og II forutsettes det herdeklasse 4. I gulvklasse III forutsettes det herdeklasse 3. Herdeklassene er angitt i NS-EN 13670.

Tildekking med plast umiddelbart etter avtrekk er den mest effektive beskyttelsen mot fordamping fra den ferske betongoverflaten, men dette er ofte vanskelig å få til i praksis. I normalsituasjonen anbefales derfor bruk av egnet herdemembran, avhengig av betongens masseforhold og fordampingsforhold som vist i tabell 2.

Følgende herdetiltaksprosedyre forutsettes for gulvklasse I, II og III når tildekking med plast umiddelbart etter avtrekk ikke lar seg gjøre:

- Herdemembran umiddelbart etter avtrekk i henhold til tabell 2.
- Tildekking med plast umiddelbart etter avsluttet overflatebehandling (og ev. vann etter at betongoverflaten har fått minimum 1 døgnns modenhet), og i perioden herdeklassen tilsier.

Det hender at kombinasjonen av krav til betongoverflate, betongkvalitet og fordampingsforhold gir så stor sannsynlighet for utilstikket overflatekvalitet at støpen bør utsettes. Produksjonsleder for utførelsen er ansvarlig for denne vurderingen.

MASSEFORHOLD	FORDAMPINGSFORHOLD
≤ 0,50	Alltid
> 0,50	Ved ugunstige forhold: sol, vind, lav RF, høy fersk betongtemperatur

Tabell 2: Beskyttelse med herdemembran umiddelbart etter avtrekk avhengig av betongens masseforhold og fordampingsforhold

Betongproduksjon og -egenskaper

NB 15 stiller krav og gir anbefalinger til følgende betongegenskaper som betongprodusentene må forholde seg til:

- Krav til totalt svinn
- Krav til selvuttørking
- Anbefaling til ferske egenskaper
- Krav til fiberbetong

De neste avsnittene gir utdypende informasjon.

Sementprodusenten oppgir hvilke bruksbetingelser som gjelder for de ulike bindemidlene for å tilfredsstille krav til totalt svinn og selvuttørking.

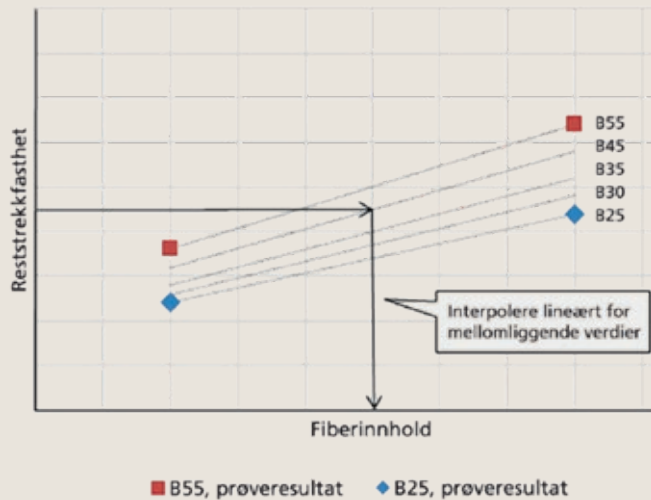
TOTALT SVINN

Se produsentens veiledninger vedr. bruksbetingelser.

SELVUTTØRKING

Det må være kontroll på fukten i betongen når det skal limes belegg på overflaten. Det generelle kravet i NS 3511 før legging av åpne belegg og flytende akryl, epoxy og polyuretanbelegg er 90 %, og 85 % for tette belegg. Før legging av belegg måles RF i gulvet iht. NS 3511.

Alternativt kan selvuttørkende betong benyttes. NB 15 definerer selvuttørkende betong ved måling av relativ fuktighet ≤ 85 % etter 1 år og/eller ≤ 80 % etter 2 år i henhold til vedlegg B. Ved bruk av selvuttørkende betong kan det legges belegg dagen etter utstøping, forutsatt at betongoverflaten er tørr (lys grå) og at lim og belegg tåler det høye RF-nivået i en viss periode. Se produsentens dokumentasjon iht. bruksbetingelser.



Figur 5: Bestemmelse av nødvendig fiberinnhold for å oppnå nødvendig reststrekfasthet til betongen. Prinsippskisse.

EGENSKAPER TIL FERSK BETONG

For å redusere faren for at svinnet blir høyere i toppen av gulvet enn i resten av tverrsnittet, bør betongen være mest mulig homogen. For gulvklasse I, II og III anbefales derfor maksimalt tilsiktet konsistens iht. tabell 5.

Betong med ulike delmaterialer og proporsjonering kan ha ulik støpelighet selv om synkmålet er likt. Det bør derfor også måles utbredelse av betongkaken når det måles synk. Typisk forhold mellom synk og utbredelse vises i tabell 6.

Gulvbetong som skal stålglattes bør ikke tilsettes luftinnførende stoff slik at betongens luftinnhold overstiger 3,0 %, på grunn av fare for delaminering. Det frarådes derfor at betong i bestandighetsklassene MF45 og MF40 stålglattes.

FIBERBETONG

For å kunne bestemme nødvendig fibermengde, må reststrekfastheten til fiberbetongen være bestemt ved prøving iht. NS-EN 14651. (Reststrekfasthet er strekkfasthet til fiberbetong etter at det er blitt riss.)

Fiberleverandøren vil normalt stå for dokumentasjonen av sine fibertyper. Dokumentasjonen er generell for betong med en gitt trykkfasthet. Det kan interpoleres lineært for mellomliggende verdier som illustrert i figur 5, der betong i fasthetsklasse B25 og B55 er testet med to doseringer av en spesifikk fiber.

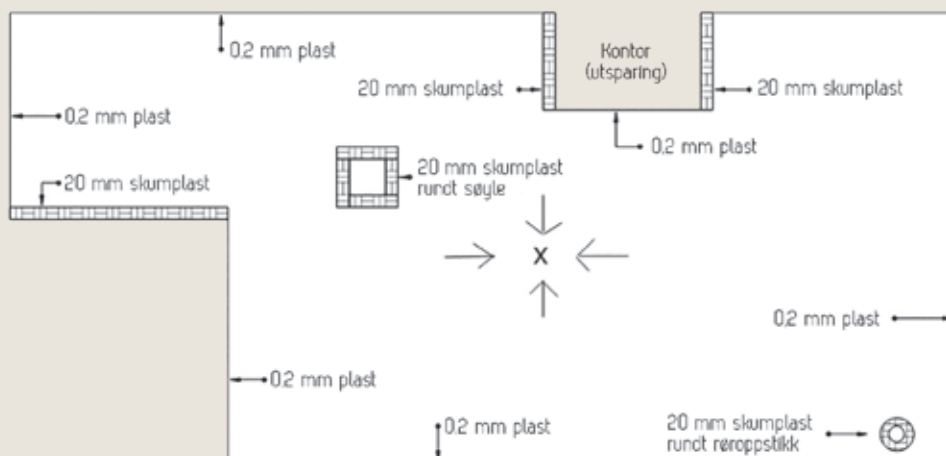
KONSISTENSTYPE	M60	M45/MF45	M40/MF40
Synk, vibrerbar betong (mm)	210	220	220

Tabell 5: Anbefalt maksimalt tilsiktet konsistens for ulike bestandighetsklasser

SYNK (mm)	180	190	200	210	220
UTBREDELSE (mm)	300	320	340	370	410

Tabell 6: Typiske forhold mellom synk og utbredelse

Figur 6: Eksempel på et komplisert gulv med mange fastholdingspunkter



Oppdeling av felt, fugeløsninger

Oppdeling av felt med fuger gjøres primært for å unngå riss. Størrelsene på feltene bestemmes først og fremst av betongsammensetning og krav til maksimal fugeåpning. Det er fullt mulig å støpe felter over 2000 m² uten fuger.

Gulv som utsettes for punktlaster blir svekket av fuger, siden det da blir flere hjørne- og kantområder som har betydelig lavere kapasitet enn resten av gulvet.

Tynne gulv bør i størst mulig grad utføres uten fuger siden de får mer kantroising og lett knekkes ned ved fuger.

I noen tilfeller må man lage mindre felt pga. vanskelig geometrisk utforming eller krav til maksimalbevegelser i fugene. Dette gjelder spesielt for gulv som det skal limes flis eller stein på, hvis det er krav til maksimal bevegelse i fugene, og utendørs der det i tillegg til svinn må tas hensyn til temperaturbevegelser.

FUGELØSNINGER

Oppdeling av felt med rissanvisere, dvs. skåret spor med noe gjennomgående armering, anbefales normalt ikke fordi det ofte kommer riss utenom rissanviserne. Oppdeling anbefales med saget fuge, dvs. skåret spor uten gjennomgående armering. Dybler kan brukes for å hindre vertikalbevegelse mellom feltene (se avsnitt 'Dybler' i neste spalte).

Støpeskjøter og sagde fuger bør dele gulvet inn i så kvadratiske felter som mulig. Feltlengden bør generelt ikke overstige to ganger bredden.

Plassering av fuger må planlegges ut fra:

- Type gulv, belastninger og arkitektur
- Betongens egenskaper, spesielt med tanke på svinn
- Planlagte dagsetapper
- Temperaturbevegelser

Gulvets bevegelse som følge av svinn skal vurderes av den prosjekterende.

Gulvet skal skilles fra utsparinger som søyler, fundamenter, sluk, renner etc. med fuger for å tillate bevegelser horisontalt og/eller vertikalt. Utsparinger kan alternativt defineres som 'nullpunkt', og alle bevegelser i gulvet må forholde seg til dette. Det bør benyttes minimum 20 mm skumplast (Ethafoam) rundt alle utsparinger. Skumplasten skal dekke hele gulvtykkelsen, og den bør tapes eller bindes fast før støping slik at posisjonen er sikret.

Ved vegg som gulvet beveger seg bort fra, skilles gulvet fra veggene med plastfolie.



Hvis det er veggflater gulvet beveger seg mot, innvendige hjørner, eller det forventes ekspansjon (på grunn av temperaturbevegelser), bør det benyttes minimum 20 mm skumplast.

Figur 6 viser et komplisert gulv med mange fastholdingspunkter og bruk av skumplast og plast. Krysset i senter angir nullpunktet som gulvet vil bevege seg mot under ideelle friksjonsforhold.

DYBLER

Dybler skal være påført heft hindrende middel på halve dybelengden, og den skal monteres vinkelrett på fugen slik at fri bevegelse sikres, både horisontalt og vertikalt. Der det kan forekomme horisontale forskyvninger parallelt med fugen mellom betongplater, benyttes dybler med spesielle hylser som gir mulighet for horisontale bevegelser. Slike dybler skal være rektangulære med tilsvarende tverrsnittsareal som for runde dybler.

FUGEPROFIL

Hvis gulvet skal slipes, er det viktig å velge fugeprofiler i støpeskjøtene som kan slipes, som for eksempel aluminium. Man må undersøke og sikre heften mellom betong og materialet i fugeprofilen. Aluminium må være belagt med et tett belegg, for eksempel epoxy, for å unngå gassutvikling og dermed redusert/ødelagt heft.

Betongoverflater

kan utføres i et stort spekter av ytelser, uttrykk og farger. Sluttresultatet påvirkes både av betongens egenskaper og ytre forhold, og det kan være vrient å kopiere utseendet fra et gulv til et annet. Der det stilles helt spesielle krav til det visuelle uttrykket, anbefales en detaljert beskrivelse med materialønsker, metoder, krav til samarbeid mellom aktørene, samt fullskala prøvestøp.

Ønsker man farger, håndteres dette i betongproduksjonen ved tilsetning av farge og valg av delmaterialer. I betong uten tilsatt pigment er det først og fremst bindemiddeltype og finstoffet fra tilslaget som er avgjørende for fargen når overflaten bearbeides i fersk betong. Der bearbeidingen er gjort i herdet betong, som for eksempel slipte overflater, må også alt tilslag vurderes nøye.

KRAV TIL OVERFLATER – eksempler

- Estetikk
- Riss og rissvidder
- Væsketetthet med tanke på søl
- Slitestyrke
- Styrke for overføring av punktlaster
- Støvfrihet
- Sklisikkerhet
- Kjemikaliemotstand
- Planhet

BEARBEIDING AV FERSK BETONG – metoder:

- Avtrukket
- Skurt
- Håndskurt med mønster
- Kostet
- Glattskurt
- Stålglatt
- Mønstret

BEARBEIDING AV HERDET BETONG – metoder:

- Sliping
- Sliping og polering
- Blastring

Spesielle overflatekrav og konstruksjonsløsninger

OVERFLATE MED STRENGERE RISSVIDDEKRAV ENN FOR GULVKLASSE I

Kravet til maksimal beregningsmessig rissvidde i gulvklasse I er 0,3 mm. Det er imidlertid mulig å lage flytende gulv uten synlige riss dersom det brukes:

- Gulvklasse I og selvuttørkende betong, og der uttørring i betongoverflaten hindres ved å legge herdeplastbelegg med s_p -verdi ≥ 5 m umiddelbart etter at herdetiltakene er avsluttet, eller
- Gulvklasse I og $6x A_{s,min}$ lagt som topparmering. Armeringen vil da være i stand til å fordele rissene med så små rissvidder at de er vanskelige å se

Etteroppspente gulv er også en aktuell metode for å unngå synlige riss.

OVERFLATE MED SPESIELT GOD MOTSTANDSEVNE MOT FLEKKER FRA VÆSKESØL

Betonggulv med strenge krav til estetikk er som regel i publikumsområder, som utsettes for væskesøl. Ubehandlet betong er et hydrofilt materiale og suger derfor til seg væske som fører til flekker. Det finnes ulike metoder for beskyttelse mot flekker, men den anbefalte metoden er impregnering med herdeplast.

Det bør gjennomføres prøvfeletter av overflatebehandling for å sikre at ønsket ytelse, uttrykk og glans/matthet oppnås.

OVERFLATE MED SPESIELT GOD SLITESJEMOTSTAND

Betonggulv har vanligvis god slitestyrke, men slitasje kan likevel være bestemmende for gulvets levetid.

De viktigste faktorene for å oppnå god slitestyrke er betong med

- høy fasthet, uten separasjon,
- gode herdebetingelser
- plan overflate

Tidligere var det vanlig å beskrive et sjikt av såkalt 'hardbetong' (tørt pulver med spesialtilslag < 4 mm) i toppen av gulvbetongen, eller et separat hardbetongsjikt på 10–15 mm oppå gulvbetongen. Dette er metoder som ikke lenger anbefales. Nå anbefales det å benytte en M40-betong (som typisk gir en fasthet på 70–100 MPa etter 1 år), med glattskurt eller slipt overflate.

PÅSTØP UNDER ANBEFALT MINIMUMSTYKKELSE

Der det stilles krav til maksimalt beregningsmessig rissvidde iht. gulvklasse I, II og III, gjelder minimumstykkelsene i tabell 1. Det prosjekteres imidlertid bygg som ikke er dimensjonert for vekten av disse minimumstykkelsene.

Dette medfører at det velges en påstøp med mindre tykkelse (100–60 mm). I disse tilfellene bør følgende metode benyttes for å redusere risikoen for skader på grunn av kantreisning:

- Bruk av betongkvalitet og armeringsmengder som angitt for gulvklasse I
- Bruk av selvuttørkende betong
- Legge herdeplastbelegg med s_p -verdi ≥ 5 m umiddelbart etter at herdetiltakene er avsluttet for å hindre for rask uttørring i betongoverflaten

REFERANSER

- Norsk Betongforening publikasjon nr. 15 Betonggulv – gulv på grunn og påstøp (2017)
- Veiledningen Flytende betonggulv, Tom I. Fredvik og Tor-Magnus Zachariassen, Norcem FoU
- Skjølvold, O. (2016) SBF 2015 F0086: Uttørring og svinn for betong med Norcem-sementer. Dokumentasjon i henhold til NB15. Trondheim: SINTEF
- Byggforsk rapport Borvik, N.P., Skjølvik, O.B., Smeplass, S., Fredvik, T.I. (2017) 9D4/R17008: Selvuttørring av betong. Effekt av SRA og tilsetningsmaterialer i kombinasjon med Norcem-sementer. Brevik: Norcem FoU rapport