Bildet viser et tolv år gammelt betonggulv, utført etter NB 15, gulvklasse II. Det er dypslipt med korning ca. 400 og impregnert med organisk polymer (IOP). Gulvet vaskes daglig med steinsåpe

SLIPTE BETONGGULV

Sammendrag av ny rapport fra Norsk Betongforening

Foto: Betongforsegling, Betotec, Betong Øst, Stenseth & RS

Sammendrag
v/ Bernt Kristiansen,
AF Gruppen Norge AS

Slipte betonggulv er populært. De har lang levetid, slites praktisk talt aldri og er lette å holde vedlike.

Bildet øverst viser et tolv år gammelt betonggulv, utført iht. NB 15, gulvklasse II. Det er dypslipt med korning ca. 400 og impregnert med organisk polymer (IOP). Gulvet vaskes daglig med steinsåpe.

Det er pr. i dag ingen norske standarder som beskriver slipte betonggulv. Norsk Betongforening har derfor utarbeidet en rapport om dette temaet. Hensikten er å lage grunnlag for beskrivelse – fra prosjektering til utførelse.

Rapporten er utarbeidet av
Geir Stenseth, Stenseth & RS
Oddbjørn Hansen, Stenseth & RS
Leif Lystad, Betotec AS
Magnus Christiansen, Betongforsegling AS
Paul Stavem, Mapei AS
Stefan Skjæret, Betong Øst AS
Bernt Kristiansen, AF Gruppen Norge AS

Bilde 1: Dypslipt gulv

Bilde 2: Grunnslipt gulv

Bilde 3: Polert gulv

Krav til ferdig slipt gulv

Sliping av betong gir ulike muligheter for estetiske uttrykk i form av hva som blir synlig ved slipingen. Slipte gulv kan beskrives som vist i tabell 1 – dypslipt, grunnslipt eller polert:

Slipegrad	Beskrivelse	Planhetstoleranse-klasse iht. NS 3420-1		Porer	
		utstøping	ferdig slipt gulv	> 3 mm	1-3 mm
Dypslipt	Synlig stor stein > 80% jevnt steinbilde	PC	PB	ingen	< 200 /m²
Grunnslipt	Ingen enhetlig struktur, noe pasta og noe synlig stein	PC	PB	ingen	< 200 /m²
Polert	Jevnt pastabilde, ingen sylig stein	PC	PC	ingen	< 200 /m²

Tabell 1: Krav til utstøping og ferdig overflate på slipte gulv

I tillegg til steinstruktur kan det beskrives krav til glans, friksjon, inntrengning av væske og slitestyrke.

Som underlag for slipeprosessen bør dypslipte gulv brettskures en gang. Grunnslipte gulv brettskures to ganger, og eventuelt glattes en gang. Polerte gulv bør stålglattes.

DYPSLIPTE GULV (bilde 1)
Gulvene slipes normalt 3-4 mm slik at et ensartet steinbilde oppnås. Hvis det må slipes dypere for et jevnt steinbilde vil det normalt gi økte kostnader. Det bør være > 80 % jevnt steinbilde i dypslipte gulv. Nyanser på steinstørrelse og farger kan forekomme

GRUNNSLIPTE GULV (bilde 2)
Her slipes gulvene plane før videre produksjonsprosess starter. Slipedybden er normalt er 2-3 mm. Denne utførelsen er ikke ment å få fram et ensartet steinbilde, men gjerne et uttrykk som omtales som 'salt og pepper'.

POLERTE GULV (bilde 3)
For å lykkes med et polert gulv er planheten og utførelsen av stålglattingen avgjørende. Svanker i overflaten kan ikke poleres bort. Sliping og polering følger ujevnhetene i gulvet og utføres med diamanter med finere korning, i toppen av sementpastaen.

Prosjektering

Gulv som skal slipes bør prosjekteres etter NB 15 Gulv på grunn. Der målet er lite riss og tynne riss, bør det prosjekteres etter gulvklasse I eller II.
NB 15 skiller mellom flytende gulv og fastholdte gulv.
Ved fastholdte gulv skal armeringsmengden dobles i forhold til flytende gulv. Tilleggsarmering anses som nødvendig rundt søyler/oppstikk ved både flytende og fastholdte gulv. Ved oppbygging av flytende gulv anbefales det to lag 0,20 mm plastfolie for å sikre lav friksjon mot underlaget. Fugeløsninger i gulv har som generell misjon å gi mulighet for bevegelse i gulvet, noe

Figur 1: Avvirket masse som funksjon av trykkfasthet og bearbeiding av overflaten

som igjen minimerer riss. Avstand mellom fuger og oppdeling av gulvet må prosjekteres. Oppdeling av gulvene gjøres nå med sagfuger og ikke rissanvisere. Rissanvisere var riss i betongen over armeringen, og de fungerer ikke. Sagfuger har ikke gjennomgående armering. Armeringen må være kappet gjennom hele tverrsnittet, noe som sikrer bevegelse i fugen.

Limte påstøper følger betongunderlaget. Det vil likevel være nødvendig med etafoam rundt fastholdingspunkter som søyleoppstikk. Liming som sikrer større heft enn betongens strekkfasthet må utføres med epoksylim.

Kantreising forekommer på alle betonggulv, og problemet øker med tynnere gulv. Kantreising skyldes uttørking i toppen og kan begrenses ved bruk av overflatebehandling som har Sd-verdi > 5 m, som for eksempel impregnering med organisk polymer og transparent filmdannende behandling.

Betongsammensetning

Betong proporsjoneres for å ivareta bestandighetsegenskaper i herdet tilstand og for å ha gode støpelighetsegenskaper. Proporsjoneringen utføres av betongprodusenten med de råvarer som er tilgjengelig på produksjonsstedet, og ut fra bestillerens krav, ønsker og forutsetninger. NB 15 Betonggulv – gulv på grunn og påstøp gir anbefalinger både til sammensetning og konsistens for å gi optimale betongegenskaper i fersk og herdet tilstand. Det er spesielt viktig å vurdere betongens pumpbarhet.

TILSLAG

Betongtilslaget er svært viktig med hensyn til gulvets visuelle uttrykk – fargespill, kornstørrelse (Dmaks) og kornform. Forut for detaljprosjektering og valg av tilslag er det fornuftig å undersøke tilslagsforekomster i markedet og blant de aktuelle ferdigbetongprodusentene. Lokale forekomster er billigst å benytte, men innslag av marmor, larvikitt, knust glass eller annet kan være mulig å få til så sant betongprodusenten har kapasitet til å håndtere det. Man må imidlertid belage seg på at spesialtilslag gir en vesentlig høyere materialkostnad.

BINDEMIDDEL

Det er tre sementleverandører i Norge, Heidelberg Materials Sement Norge, Schwenk Norge og Aalborg Portland. Heidelberg og Aalborg leverer blandingssement med portlandklinker og flyveaske, mens Schwenk leverer blandingssement med slagg. Disse sementene gir et grått uttrykk med varierende grad av mørkhet/lyshet. Nyansene i lyshet er ikke stor, men brukes det ulike sementtyper, er dette lett synlig mot tilstøtende konstruksjonsdeler.

PRØVESTØP

All beskrevet betong bør blandes, støpes, slipes og behandles på mindre prøvefelt for avstemming av krav og forventninger til det ferdige produkt, både når det gjelder verifisering av ferskhetsegenskaper og estetikk. Det er sjelden slik at farge, fargetoner og øvrig uttrykk blir akkurat som forventet. Helleprøver av den planlagte betongen for slip, polering og overflatebehandling anbefales.

Slipt betong – egenskaper

SLITESTYRKE

Betonggulv har vanligvis svært god slitestyrke, og slitasje kan være bestemmende for gulvets levetid. Slitestyrken økes normalt med økende trykkfasthet, og/eller bruk av særlig egnet tilslag.

Slitestyrken er derfor avhengig av egenskapene til betongens overflatesjikt og planhet. Ved et slipt gulv vil høyere trykkfasthet gi større slitasjemotstand. Et dypslipt gulv, der det er synlig stort tilslag, har større motstand mot slitasje enn et grunnslipt og polert gulv.

Figur 1 viser resultater av en slitasjetest som ble gjennomført på dypslipt betongoverflate etter NS-EN ISO 5470-1.

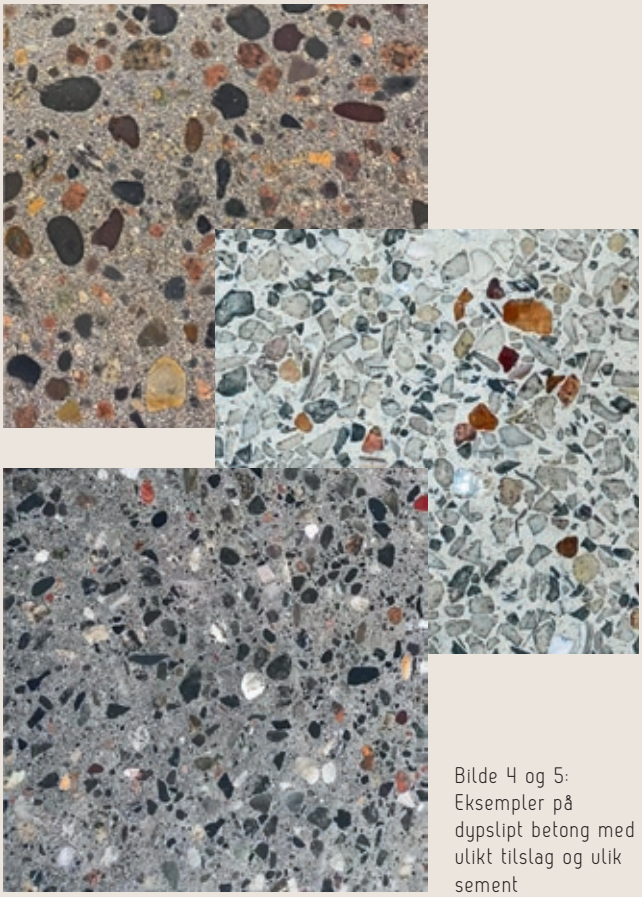
Ved slipt betong med synlig tilslag er det betongens trykkfasthet og tilslagets egenskaper som vil bestemme slitestyrken. Det nevnes at avrettingsmasser med fasthet 30 MPa har typisk slitasje/avvirkning på > 1000 mg etter den samme testen.

Klasse	Krav til utførelse
Klasse 1: ≧ 40 våte flater innendørs	Slipt med korning ≤ 800. Overflate-behandling med HI, PB eller polymer
	Brettskurt ubehandlet flate
Klasse 2: ≥ 40 tørre flater innendørs	Alle slipesteg med alle behandlinger
	Brettskurt ubehandlet flate
	Stålglattet ubehandlet flate
Klasse 3: ≥ 55 våte flater utendørs	Brettskurt ubehandlet flate

Forklaring til tabellen:
- HI: hydrofoberende impregnering
- PB: poreblokkerende behandling
- Polymer er en fellesbetegnelse for vannbasert akryl i kombinasjon med både HI og PB.

Det skal nevnes at det er utført mange slipte gulv utendørs med korning 150, behandlet med hydrofoberende impregnering (HI) som fungerer bra, selv om løsningen testet etter EN 13036-4 ikke tilfredsstiller krav til våte flater utendørs.

Tabell 2: Anbefalte behandlinger av betongoverflate for å tilfredsstille krav til friksjon iht. EN 13036-4 (tabell 6.4)



Bilde 4 og 5: Eksempler på dypslipt betong med ulikt tilslag og ulik sement

Høyglans	> 50
Blank	35–50
Silkematt	5–35
Matt	< 5

Tabell 3: Glanstabell for overflatebehandling av betong

MOTSTAND MOT VÆSKEINNTRENGNING
Ønskes betonggulv med minimal inntrengning av væsker og derav minimale fargeforskjeller, bør det benyttes impregnering med organisk polymer (IOP) eller transparent filmdannende behandling (TFB). Behandling med hydrofoberende impregnering (HI) og poreblokkerende behandling (PB) gir mindre motstand mot inntrengning av væsker, og det må påregnes å vaske gulvet raskt etter eventuell søling med væske.

FRIKSJON
Det finnes ingen krav i norske regelverk til friksjon på betongoverflater. NS-EN 1504-2 stiller krav til friksjon på impregnering og belegg etter testmetode beskrevet i EN 13036-4.
Anbefalte behandlinger for å tilfredsstille krav til friksjon etter EN 13036-4 er vist i tabell 2.

ESTETIKK
Betongens estetikk/uttrykk vil variere rundt om i landet, avhengig av lokale tilslagsforekomster.

Eksempel på dypslipt betong med ulikt tilslag og ulik sement er vist på bilde 4 og 5.

GLANS MED OVERFLATEBEHANDLING
Glans med overflatebehandling angis på en skala fra 0–100, der 0 er mattest og 100 blankest. Glans kan måles med et reflektometer. Glans på betonggulv lages med ulike behandlinger, alt fra sliping med høy korning til behandling med 'vannglass' eller klar impregnering med organisk polymer. Det er imidlertid ingen standard som beskriver glans spesielt på gulv. Ut fra erfaring fra glanstall som er benyttet i mange år anbefales krav som beskrevet i tabell 3.

Blank og høyglans kan lages med 3000 korning og polering eller bruk av impregnering med organisk polymer eller transparent filmdannende behandling.

Glansen vil endres med bruken av gulvet og det kan være nødvendig med re-behandling. Betong uten overflatebearbeiding eller overflatebehandling kan ikke tilfredsstille krav til glans.

Overflatebehandling av slipte gulv

Det er ulike grunner til å overflatebehandle et slipt betonggulv. Det kan være av estetiske eller tekniske hensyn, eller for å beskytte betongen mot nedbrytning.

Hvilket sluttresultat ønskes og hvordan skal materialer og utførelse dokumenteres?

NS-EN 1504-serien beskriver beskyttelse, vedlikehold og reparasjon av betong, mens estetiske behandlinger beskrives i NS 3420:T. Dersom intensjonen er å beskytte betongen, skal produktene dokumenteres etter funksjonskrav i NS-EN 1504-2, tabell 1: Ytelsesegenskaper for overflatebeskyttelsesprodukter og systemer relatert til 'prinsippene' og 'metodene'.
NS-EN 1504-2 beskriver følgende materialer:
- hydrofoberende impregnering (HI)
- poreblokkerende behandling (PB)
- impregnering med organisk polymer (IOP)

Detaljert beskrivelse av de ulike systemene finnes i NB 30 Herdeplastbelegg.

Støping av gulv for sliping

NB 15 Gulv på grunn og påstøp beskriver både prosjektering og utførelse av betonggulv. Denne bør følges for å sikre et godt betongunderlag for sliping.

SLIPING

Betongen bør ikke slipes før herdetiltakene er utført, og tidligst én uke etter utstøping ved 20 °C. Slipeprosessen foregår med slitesterke materialer som diamanter, med eller uten vann.

Størrelsen på slipemediene oppgis som 'korning' eller 'grit'. Korningen kan forklares som korning på sandpapir, med grove korn på 20/30 og fine korn på 3000.

For å oppnå den fineste overflaten, sliping til korning 3000, kreves det mange slipesteg. Det startes normalt med grove korn på ca. 20, og deretter dobles korningen for hvert steg. Slik fortsetter man til ønsket korning. Sliping til korning 150-400, som ofte benyttes der det er krav til friksjon, tar normalt 5-6 steg. De fineste overflatene med korning ca. 3000, krever 7-10 steg.

Det vil alltid være porer når en betongoverflate slipes, det vil si at gulvet må porefylles i slipeprosessen. Noen porer i mm-størrelser vil normalt forekomme.

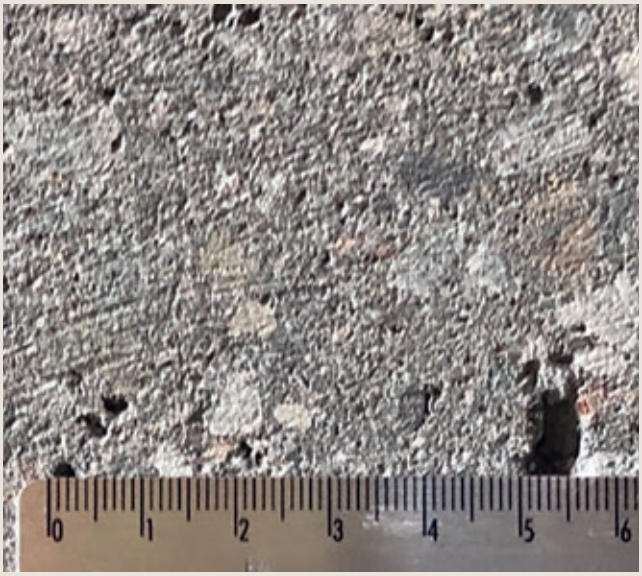
Slipte betonggulv leveres i mange forskjellige utgaver med stor forskjell i uttrykk. Det kan velges ulik steinstruktur, ulik glans og sliping med ulik korning som gir ulik friksjon. Glans kan lages både ved ulik sliping og ulik type overflatebehandling.

Mulige feil og mangler

Utførelse av et perfekt slipt gulv er en omstendelig prosess. Det anbefales å gjennomføre et planleggingsmøte der alle aktører deltar: Prosjekterende, betongprodusent, pumpeoperatør, utførende gulvstøper, ev. rørlegger/elektriker og hoved-/totalentreprenør.

UNNGÅ FALLGRUVENE:

- Mangelfull prosjektering:
  - ikke gjort seg kjent med kundens krav
  - feil tykkelse, betongkvalitet, armeringsmengde eller overdekning
- Bestilling av feil betongkvalitet og feil synk
- Bruk av betong som ikke er egnet for sliping:
  - betong med for stor risiko for separasjon
  - betong som ikke tåler ev. pumping, utlegging, avtrekk og pussing uten å separere
- Mangler ved utførelse av gulvstøp:
  - unøyaktig montering av etafoam
  - ikke tilstrekkelig mottakskontroll
  - mangelfull kunnskap om betongsammensetning og utførelse
  - 'fotspor' i overflaten ved utlegging og avtrekk
  - utlegging med båndbil/rennebil gir ofte ulik fordeling av steinmateriale, derfor anbefales pumpe
- Slipingen utføres av ukyndige folk:
  - feil utstyr
  - hopper over slipesteg / benytter for lette slipemaskiner
  - mangelfull poresparkling
  - mangelfull overflatebehandling
  - mangelfull sliping i hjørner



Bilde 6: Overflate med porer etter grovsliping

Bilde 7 og 8: Riss som kan komme frem etter grovsliping og mangelfull sliping i hjørner