

GULVKONSTRUKTIONER AF BETON

af

Tommy B. Jacobsen, Dansk Teknologisk Institut

Ove Steinicke, Dansk Teknologisk Institut

Claes Ellegaard, CtO

Günther Grebin, CtO

Chr. F. Justesen, CtO

Indledning	4
Publikationens indhold og opbygning	5
1. Bygherrekrav og projekteringsforudsætninger	6
2. Konstruktionsopbygning	9
3. Fugekonstruktion	12
4. Forberedelse til udstøbning	15
5. Feltstørrelser og svindarmering	17
6. Planhed	21
7. Beton- og mørtelkvalitet	24
8. Udstøbning af beton	28
9. Overfladefærdiggørelse	30
10. Udførelse af slidlag og afretningslag	32
11. Udtøringsbeskyttelse af betonen	35
12. Planlægning ved overfladebehandling/belægning	37
13. Skæring af fuger	39
14. Fugning	41
15. Kvalitetsstyring	43
Eksempel på anvendelse af rutediagrammet	49

Når den projekterende står overfor at skulle vælge materiale til en gulvkonstruktion, falder valget oftest på beton, dels af økonomiske grunde og dels fordi beton er så alsidigt et materiale, at det kan tilpasses næsten ethvert formål. Mange føler endog, at betonløsningerne er gennemprøvede og velkendte, og det fører i mange tilfælde til manglende agtpågivenhed ved projektering, herunder valg af konstruktion, delmaterialer og udførselsteknik samt ved det praktiske arbejde på byggepladsen. Trods mange års tradition er en sammenstilling af de erfaringer med betongulve, som er opnået op til i dag, derfor tiltrængt.

Der anvendes hvert år millionbeløb til udførelse af betongulve i Danmark. Er projektet og udførelsen i orden hører man ikke mere til disse gulve, men er det ikke tilfældet, er der stor sandsynlighed for, at gulvet senere skades, så det bliver kasseret og må op-hugges, hvilket betyder store økonomiske tab. Tids- og driftstab for brugeren kan udgøre et beløb, der er adskillige gange nyanlægsprisen.

Hvorfor er alle betongulve ikke blevet udført således, at de er økonomisk og teknisk velegnede til formålet? Årsagerne kan være mange, men enkelte hovedårsager med en vis indbyrdes afhængighed kan anføres:

- Mangelfuld teknisk udformning, dvs. utilstrækkeligt projekteringsarbejde.
- Forkert materialevalg.
- Utilstrækkelig kommunikation mellem den projekterende og entreprenøren og/eller mellem entreprenøren og materialeleverandøren.
- For dårlig udførelse på grund af forkert behandling af materiel og materialer.

For at imødegå de typiske fejl er det vigtigt, at alle involverede parter løser deres egen del af opgaven korrekt og under hensyntagen til de beslutninger og valg, der allerede er truffet.

Den projekterende skal gennem drøftelser med bygherren (funktionsanalyse) få fastlagt funktionskrav til betongulvet med hensyn til bæreevne, punktbelastning, klimapåvirkninger, overfladeslid og udseende. Der skal måske også tages højde for en senere ændret anvendelse af betongulvskonstruktionen. Den projekterende bør beregne og udforme sit projekt under hensyn til disse oplysninger og krav. Beskrivelse og tegninger, som er grundlag for kommunikation til den udførende entreprenør, skal være tydelige og fyldestgørende, og den projekterende bør sikre sig, at den udførende har modtaget alle relevante oplysninger.

Det er herefter entreprenørens opgave at sikre, at informationerne kommer ud til byggepladsens medarbejdere og involverede underentreprenører. Den udførende må gennemgå projektets detaljer og planlægge materialeindkøb (herunder valg af betonrecepter), armeringsforhold og støbeteknik samt materiel til tildækning og isolering for beskyttelse af konstruktionen.

Alle væsentlige processer i såvel projektering som udførelse bør være underlagt en kvalitetsstyring, som sikrer, at den ønskede kvalitet opnås.

Endelig skal bygherren forsynes med en vedligeholdelsesvejledning, som bl.a. skal redegøre for den forudsatte rengøringsprocedure.

Denne publikation er tænkt som et værktøj, der skal kunne hjælpe såvel bygherren som den projekterende og den udførende med at varetage disse opgaver.

PUBLIKATIONENS INDHOLD OG OPBYGNING



Gulvudstøbning med dobbelt bjælkevibrator. Der anvendes ledere, som tillader gennemgående armering. Den rette mængde beton foran bjælkevibratoren sikrer mod niveauforskelle og deraf manglende planhed.

Publikationens indhold

Publikationen giver en oversigt over, hvad der i dag kan betragtes som normal og god praksis for udførelse af industrigulve i traditionelle betonløsninger. Da industrigulvene normalt er hårdere belastet end gulve til de fleste andre anvendelser, vil publikationens anvisninger som hovedregel have et meget bredt anvendelsesområde. De mere specielle problemløsninger er dog kun sporadisk eller slet ikke behandlet. Brugeren henvises her til at indhente supplerende oplysninger fra relevante leverandører og litteratur.

Publikationen har to hovedbestanddele, nemlig et sæt rutediagrammer og et antal tekstbilag.

Rutediagrammerne giver samlet en oversigt over alle væsentlige, tekniske spørgsmål, hvorom der skal træffes beslutninger undervejs i et gulvs tilblivelsesproces. Diagrammerne er sammenhængende i den forstand, at brugeren ved udgangen fra et diagram henvises til det diagram, hvor der bør fortsættes.

Det enkelte diagram leder brugeren igennem en række spørgsmål, der kan besvares med ja eller nej. Efterfølgende spørgsmål kan afhænge af svaret på de(t) foregående. På denne måde hjælpes brugeren til, dels at relevante spørgsmål bliver besvaret, og dels at undgå beslutninger, som ville være i modstrid med en tidligere beslutning, som måske endog er truffet af en anden part i sagen.

Rutediagrammerne indeholder desuden henvisninger til tekstbilagene, hvor brugeren kan hente vejledning til besvarelse af diagrammernes spørgsmål. Bilagene behandler følgende emner:

1. Bygherrekrav og projekteringsforudsætninger
2. Konstruktionsopbygning
3. Fugekonstruktion
4. Forberedelse til udstøbning
5. Feltstørrelser og svindarmering
6. Planhed
7. Beton- og mørtelkvalitet
8. Udstøbning af beton
9. Overfladefærdiggørelse
10. Udførelse af slidlag og afretningslag
11. Udtørningsbeskyttelse af betonen
12. Planlægning ved overfladebehandling/ belægning
13. Skæring af fuger
14. Fugning
15. Kvalitetsstyring

Publikationen afsluttes med et eksempel, der illustrerer brugen af rutediagrammerne.

BYGHERREKRAV OG PROJEKTERINGSFORUDSÆTNINGER

Projektering af en gulvkonstruktion bør ske på grundlag af en funktionsanalyse og i en deraf afledt opstilling af funktionskrav. Funktionsanalysen og funktionskravene bør udarbejdes i samarbejde mellem bygherre og byggeriets rådgivende teknikere. En nøjere gennemgang af en funktionsanalyses indhold er givet i BYG-ERFA 90 05 15. Her skal det blot sammenfattende konstateres at bygherre/rådgiver i det mindste skal tage stilling til følgende emner:

- Belastninger og påvirkninger
- Betonens tilslagsmaterialer
- Feltinddeling og fugekonstruktion
- Revner/revnevidder
- Planhed og tolerance
- Gangsikkerhed
- Rengøringsvenlighed
- Overfladebelægning/maling
- Byggeperiode og byggetid

I det følgende er disse emner nærmere uddybet som vejledning for projekteringen.

Belastninger og påvirkninger

For at opnå en holdbar og funktionel gulvkonstruktion er det nødvendigt at kende de påvirkninger, som gulvet udsættes for. Følgende påvirkninger kan forekomme:

Punktlast: Belastning fra reolben, stillestående hjul eller lignende med cirkulære eller rektangulære trykflader.

Linielast: Belastning fra stiv, gennemgående trykflade.

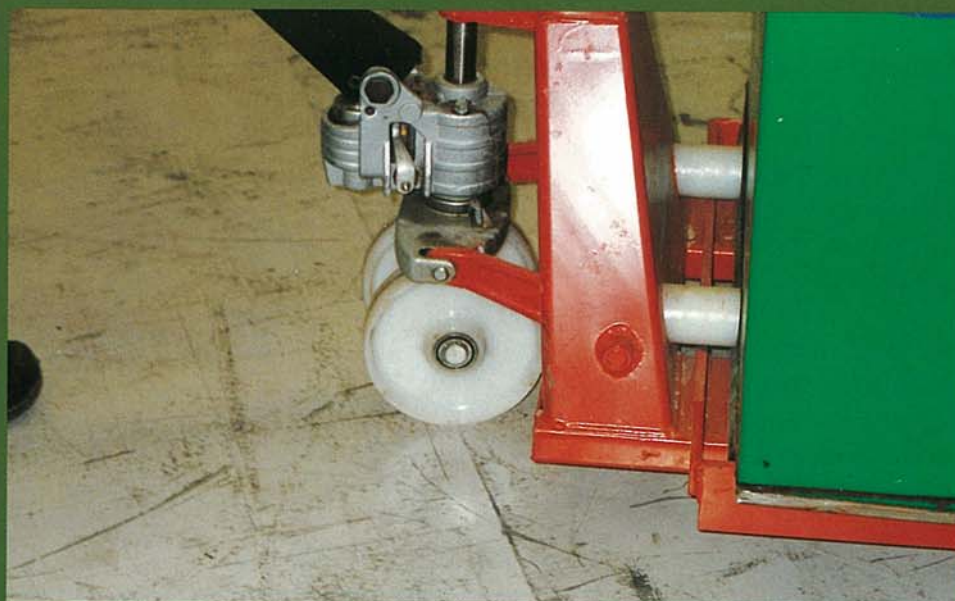
Fladelast: Belastninger fra maskiner, apparatur eller lignende.

Hjullast: Belastning fra lastvogne, trucks, håndtrukne vogne, palleløftere, kontorstole og lignende. Hjultype og hjulstørrelse skal klarlægges.

Vibrationer: Fra maskiner og lignende.

Slid: Slid og i værste fald nedbrydninger af et betongulvs overflade fremkommer som følge af mekaniske påvirkninger f.eks. fra rullende hjul eller fra hårde genstande, der falder ned på gulvet og evt. slæber hen over gulvoverfladen. Almindelig gangtrafik kan også afstedkomme slid. For at sikre en holdbar overflade samt undgå støvgener, kan der stilles krav til betonens/mørtlens slidstyrke, eller der kan udføres et toplag med en særlig stor slidstyrke eller en overfladebehandling, der øger slidstyrken. En slibning af overfladen vil i mange tilfælde kunne øge slidstyrken i væsentlig grad. Betonens evne til at modstå slidpåvirkninger er ikke bestemt alene af betonens trykstyrke. Slidstyrken påvirkes desuden af en række andre faktorer som nærmere beskrevet i Beton-Teknik „Slid på betonoverflader“ 6/13/1988.

Kemiske påvirkninger: En betons evne til at modstå kemiske påvirkninger kan i de fleste tilfælde forbedres ved, at der stilles krav om f.eks. lavt v/c-forhold, omhyggelig komprimering og beskyttelse mod udtørring i den første hærdningsperiode.



Nylonhjul fra f.eks. tungt belastede palleløftere er ofte medvirkende årsag til nedbrydning af betongulves fugekanter



Industrigulve er oftest meget h ring og udførelse skal tages høj

Udsættes betonen eksempelvis for syrer, vegetabilsk olie, fedtstoffer og sukkeropløsninger, vil det dog almindeligvis også være påkrævet, at der udføres en overfladebeskyttelse. En nærmere beskrivelse af kemiske påvirkninger på betonoverflader findes i Beton-Teknik „Beton i aggressivt miljø“ 3/03/1974.

Klassifikation

Baseret på typiske anvendelser af et gulv vil man ofte kunne benytte den i skema 1.1 angivne klasseinddeling og de dertil hørende minimumskrav til betonens styrke.

Betonens tilslagsmaterialer

Tilslagsmaterialernes kvalitet fastlægges i reglen ud fra ønsket om en god holdbarhed og den forventede brug af gulvet. Økonomiske overvejelser bør naturligvis indgå ved valg af materialeklasse.

Kvalitetskrav stilles i øvrigt på baggrund af:

- Belastningens størrelse (undgå knusninger af svage sten i overfladen)
- Påvirkninger fra vejrliget (undgå frysning af vandmættede sten i byggeperioden)
- Om der tilføres fugt fra omgivelser, og betonen samtidig har eller bliver tilført et kritisk indhold af alkalier (undgå alkalikiselreaktioner)
- Om der ønskes et ensartet slid (granitskærver)
- Om betonen i overfladen under en tæt belægning får en fugtighed på mere end ca. 80% RF (undgå alkalikiselreaktioner)

Der henvises til bilagene 7 og 12.

Feltinddeling og fugekonstruktion

Da fuger almindeligvis er den svageste del af en gulvkonstruktion og derfor ofte kræver reparation og vedligehold, skal det overvejes enten at benytte et fugefrit gulv (eventuelt få fuger) eller at udføre fugekanter med en særlig god styrke. Det anbefales, at der foretages en økonomiberegning. I denne sammenholdes merudgifterne til et fugefrit gulv eller til en forstærkning af fugekanterne med omkostningerne i forbindelse med reparation og vedligehold af såvel gulvet som kørende grej (palleløftere, truck etc.). I overvejelserne om valg af et fugefrit gulv bør også medregnes en bedre komfort, lettere rengøring og færre driftsforstyrrelser.

Hvis et fugefrit gulv bliver besluttet, kan følgende løsninger komme på tale:

- Gulvet armeres med en høj armeringsprocent ($\geq 0,6\%$), eller der anvendes stålfiberarmering, som evt. kombineres med nævnte traditionelle armering.
- Skårne fuger lukkes midlertidigt og efterfyldes senere med en „hård“ fugemasse.
- Specialopbygning, som kan være en stabilbeton, hvorpå der udlægges et toplag med specielle egenskaber (er ikke nærmere behandlet).
- Gulvet efterspændes. Denne løsning anvendes sjældent i Danmark, men ses ofte anvendt i udlandet.

Hvis fuger accepteres skal det klarlægges, om fugerne skal kunne forhindre vertikale forskydninger. Dette kan især være aktuelt ved tungt belastede gulve.



, hvilket der under projekte-

Kombinationen af fuger i gulvkonstruktionen og hård belastning stiller specielle krav til fugeudformningen.

Revner/revnevidder

Der skal tages stilling til om revner kan accepteres, og i så fald hvilken revnevidde, der er acceptabel (se Beton-Teknik 3/09/1981). Det må forventes, at tung trafik (f.eks. løftevogne med nylonhjul), der passerer en revne, som er større end 0,2 mm, vil medføre knusning langs revnekanten.

Planhed

Planhed er ofte afgørende for gulvets rette funktion. Planheden kan defineres ved følgende begreber, som er nærmere beskrevet i bilag 6.

- Hældning.
- Niveau på overfladen (kravet til niveau angives ofte med målelængder på henholdsvis 0.25 og 2.0 m).
- Overfladestruktur (overfladejævnhed).

Det bør nøje gennemtænkes, hvilke krav der skal stilles for netop at få tilgodeset den aktuelle benyttelse af gulvet. Unødvendige strenge planhedskrav bør ikke stilles, da de er dyre at efterleve.

I skema 1.2 er angivet eksempler på vejledende krav til niveau på overfladen og til hældning i tre toleranceklasser.

Opmærksomheden henledes på, at der for højreolagte gælder særlige, skærpede krav til planhed og tolerance.

Gangssikkerhed

Det kan være påkrævet at stille krav om stor gang- og skridsikkerhed, f.eks. for at minimere risikoen for fald ud for maskiner og lignende. Såfremt gang- og skridsikkerheden ikke kan etableres i den færdige gulvoverflade f.eks. ved kostning eller pådrykning af sand eller lignende, kan det blive nødvendig efterfølgende at udføre en skridsikker overfladebelægning. Vedrørende krav til overflade og overfladebehandling hen-

vises til speciallitteraturen.

Rengøringsvenlighed

Rengøringsvenligheden kan være afgørende for krav til overfladens beskaffenhed, f.eks. i levnedsmiddelindustrien. Konsekvensen kan blive, at der må etableres en fugefri belægning eller at gulvet fuges.

Overfladebelægning/maling

Kræver funktionsanalysen og/eller bygherren, at overfladen påføres en belægning/maling, skal der ved projekteringen tages stilling til, hvor lang udtørringstid af betonkonstruktionen, der kan accepteres, og den konstruktive opbygning skal vurderes nøje (fx. indlægning af dampbremse). Se nærmere herom i bilag 12.

Byggeperiode og byggetid

Såfremt gulvet skal udføres i en periode, hvor frostpåvirkninger forekommer, eller der stilles krav til udtørringstidens længde, skal dette indgå ved valg af betontype eller ved proportioneringen af betonen. Se bilag 7.

Begreb	Målelængde m	Toleranceklasse		
		A	B	C
Hældning i mm	2		± 5	± 5
	2 - 6		± 8	± 8
	6 - 18		±12	±12
Niveau på overfladen i mm	0,25		± 2	± 1,2
	2,00	± 8	± 5	± 3

Skema 1.2. Vejledende krav til hældning og til niveau på overfladen.

Skema 1.1. Belastningsklasser med vejledende minimumstyrker.

Belastningsklasse	Anvendelse	Typisk gulvbelægning	Minimum betonstyrke
A	Boliger og kontorer	Tæpper, vinyl, linoleum o.l.	20 MN/m ²
B	Kontorer med let hjulbelastning	Tæpper, vinyl, linoleum o.l.	25 MN/m ²
C	Lettere industri med moderat hjulbelastning	Evt. belægninger som vinyl, linoleum, akryl- og epoxy materialer	30 MN/m ²
D	Industri med kraftig hjulpåvirkning f.eks. truck	Evt. gulvbelægning som akryl- og epoxybelægninger	35 MN/m ²

KONSTRUKTION SOPBYGNING

Konstruktionens opbygning inddeles typisk i 3-4 lag; nederst råjorden dernæst et bærelag, et fugt- og varmeisolerende lag og øverst betonpladen. Opbygningen fremgår af figur 2.1.

Råjorden

Råjorden skal være plan og bestå af ensartet komprimerbart materiale. Det er normalt tilstrækkeligt at klassificere råjorden enten som „ringe“ eller „normal“. Såfremt der er tale om ikke bæredygtig jord, skal der foretages geotekniske undersøgelser. Se i øvrigt skema 2.1.

Bærelag

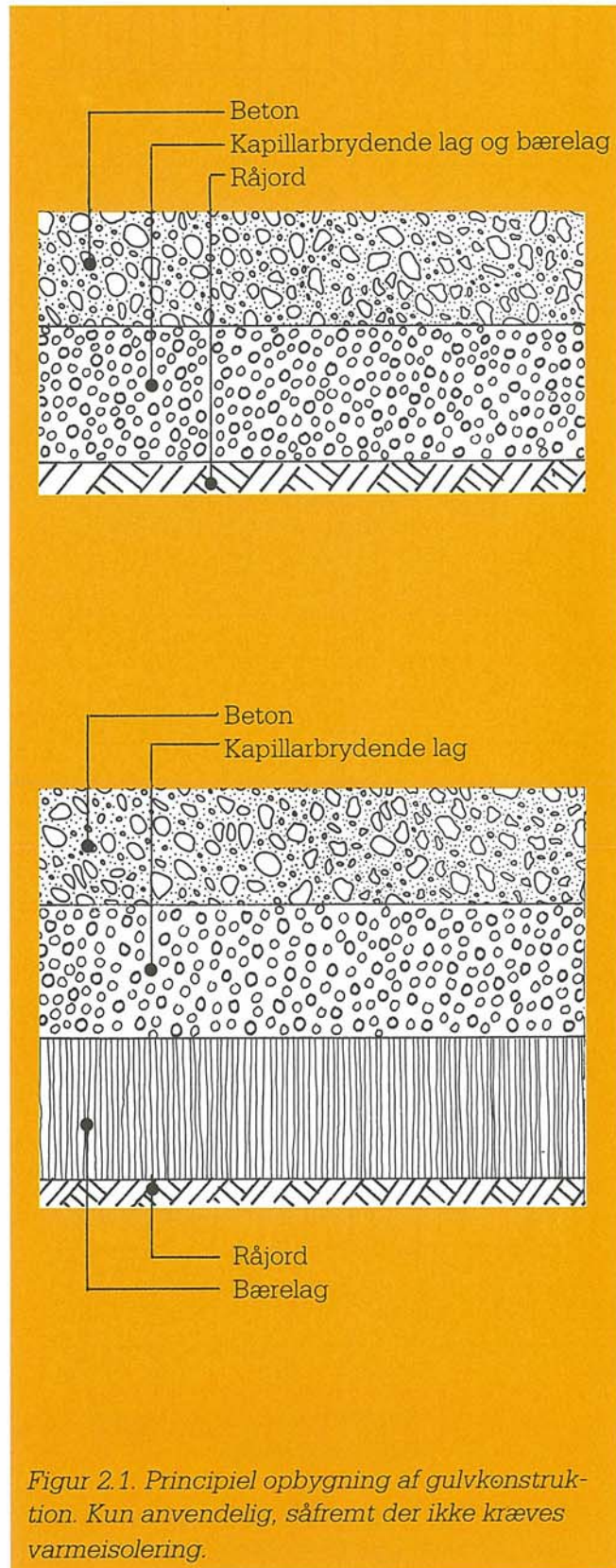
Bærelaget har flere funktioner ved alle former for belægninger:

- Arbejdsplatform før og under udførelse af belægning.
- Sikre ensartet lagtykkelse af belægningen.
- Kan virke kapillarbrydende, drænende for fugt og isolerende (se nedenfor).
- Overføre belastninger, dvs. egenvægt samt evt. hvilende og bevægelig belastning fra betonpladen til råjorden.

Der bør angives planhedstolerancer på bærelaget samtidig med, at der stilles krav til lagets tykkelse. Afhængig af belastning kan bærelaget bestå af velkomprimeret sand eller grus. Er belastningen stor og råjorden af ringe kvalitet, kan sandet eller gruset stabiliseres med cement. Cementstabiliseret sand og grus benævnes henholdsvis CS og CG (se Beton-Teknik 6/04/1976). CS og CG, som bærelag kan opfylde kravet til en stabil arbejdsplatform og yderligere erstatte armeringen i belægningen på grund af bærelagets lastoptagende og trykfordelende egenskaber. Hvis bærelaget ønskes isolerende, kan sandet eller gruset udskiftes med letklinker.

Opmærksomheden skal henledes på, at sand og grus, enten det er cementstabiliseret eller ej, ikke har nogen kapillarbrydende effekt.

Bærelagets nødvendige tykkelse i komprimeret stand fastlægges ud fra skema 2.1. Er arealet kraftigt belastet, skal der anvendes cementstabiliserede materialer.



Figur 2.1. Principiel opbygning af gulvkonstruktion. Kun anvendelig, såfremt der ikke kræves varmeisolering.

Varme- og fugtisolering under betonpladen

Figur 2.2 viser eksempler på placering af varmeisolering under betonpladen i terrændækket. For at undgå fugtskader skal følgende tages i betragtning: Opsugning af jordfugt skal hindres ved et kapillarbrydende lag under isoleringen. Ved anvendelse af tætte fugtfølsomme gulvbelægninger eller -lime på terrændæk, bør der indlægges en dampbremse i gulvkonstruktionen.

Dampbremsen kan dog undlades, såfremt:

- der kan påregnes en permanent opvarmning og stabile temperaturforhold i bygningen
- der ikke tilføres vand over og under betonpladen
- der ikke er varmerør i gulvkonstruktionen eller jorden
- der sikres et temperaturfald opnået ved isolering på min. 5°C gennem terrændækket og ned i jorden.

Ved meget store gulvarealer/bygninger vil der ske en permanent opvarmning af jordvolumet under gulvet, der gør, at sidstnævnte krav ikke kan overholdes. Det vil normalt ikke være muligt at undgå denne opvarmning af jordvolumet midt på gulvet [38], når gulvet har ligget nogle år, uanset om det er isoleret eller ej. Det må derfor anbefales at indlægge en dampbremse i gulvkonstruktionen ved meget store gulvarealer. [37], [38] og [34].

Gulvtyper

Nedenfor er anført de benævnelser, der ofte benyttes i forbindelse med betongulv- og slidlagsteknik:

Betonundergulv/underbeton. Gulv af beton, hvor overfladen udføres med henblik på yderligere fugtisolering og belægning.

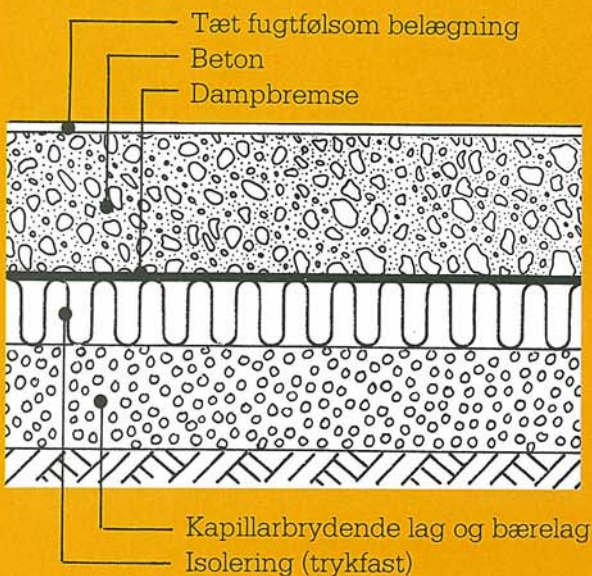
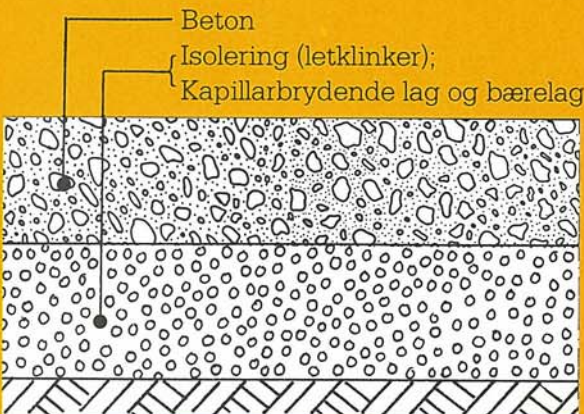
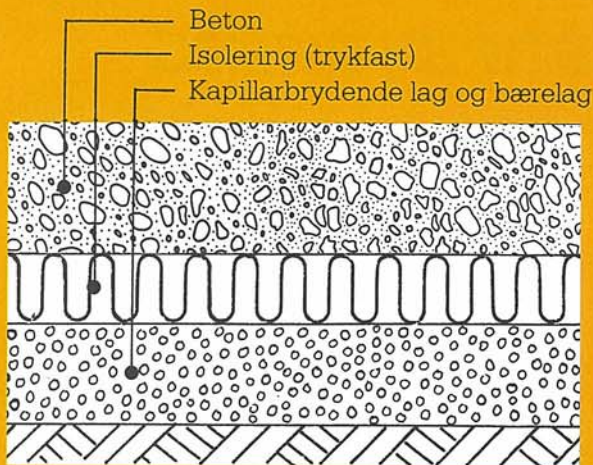
Enkeltlagsbeton. Betongulv, som i totaltykkelse er udstøbt til den endelige overfladebehandling.

Betondæk. Etagedæk støbt på stedet, som en konstruktiv bygningsdel.

Montagedæk. Etagedæk, der er udført af dækelementer og monteret på byggeplads.

Betonslidlag/afretningslag. Cementmørtel eller beton udlagt i relativt tyndt lag enten „vådt i vådt“ på betonundergulvet på helt eller delvis hærdnet beton.

Tolagsbetongulv. Betongulv udført efter „vådt i vådt“-metoden bestående af en underbeton af relativt grov beton suppleret med et toplag af en specialbeton f.eks. granitbeton eller anden beton med stor slidstyrke.



Figur 2.2. Principiel opbygning af gulvkonstruktioner. Anvendelig ved opvarmede bygninger

Betongulv på isolering. Betongulv eller betonundergulv lagt på et isolerende underlag, som isoleres fra den underliggende konstruktion og omgivende vægge. Benævnes ofte også svømmende gulvkonstruktion.

Gulvtypernes tværsnit er angivet i figur 2.3.

Såfremt der ikke gennemføres en særlig dimensionering kan det påregnes, at betontykkelse som angivet i skema 2.1 vil give tilstrækkelig bæreevne (uden anden armering end evt. svindarmering) for uisolerede gulve.

Råjord/underbunden 1)		Belastningsklasse	Bærelagstykkelse i mm og typer 2)	Betontykkelse i mm 3)
Normal	Sand, grus og ler (moræneler)	Svag (A+B)	100 S/G	150
		Middel (C)	200 S/G el. 150 CS	180
		Kraftig (D)	200 CS el. 150 CG	200
Ringe	Silt samt meget fed ler (plastisk ler)	Svag (A+B)	150 S/G	180
		Middel (C)	250 S/G el. 200 CS	200
		Kraftig (D)	250 CS el. 200 CG	220

Skema 2.1. Bærelagstyper og -tykkelser.

S/G : Sand eller grus

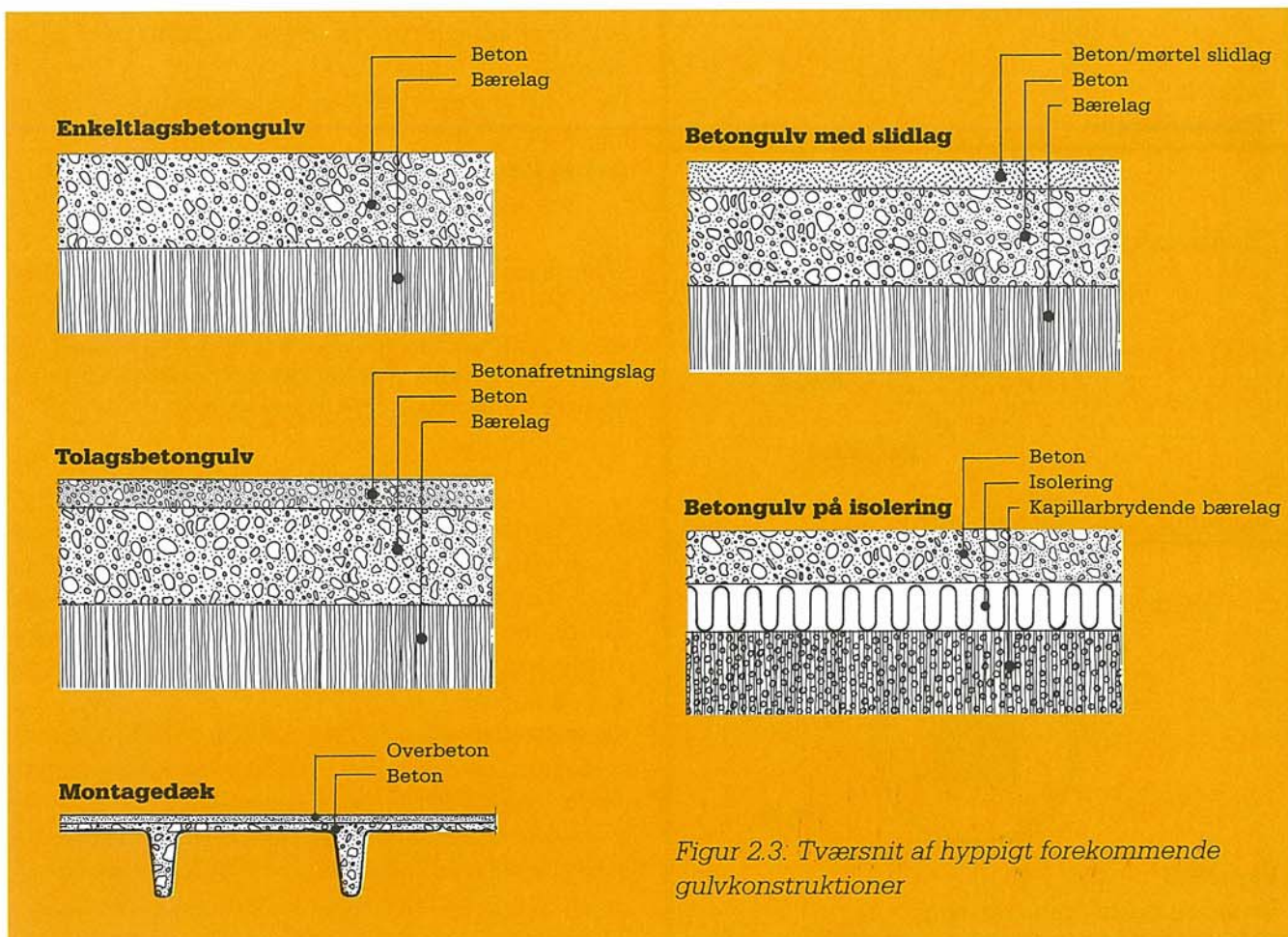
CS : Cementstabiliseret sand, se Beton-Teknik 6/04/1976

CG : Cementstabiliseret grus, se Beton-Teknik 6/04/1976

1) Ved tilpasning af råjorden, er det vigtigt, at der aldrig køres med materiel på råjordplanum. Maskiner skal altid køre på overjorden.

2) Ved særlig dårlige jordbundsforhold kan det være nødvendigt at øge bærelagets tykkelse. Der bør i disse tilfælde altid foretages en geoteknisk vurdering.

3) Den samlede tykkelse af betonpladen inkl. eventuel afretnings- eller slidlag. Gælder for uisolerede gulve.



Figur 2.3. Tværsnit af hyppigt forekommende gulvkonstruktioner

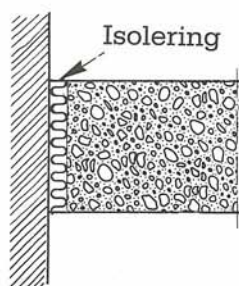
FUGEKONSTRUKTION

Fugetyper

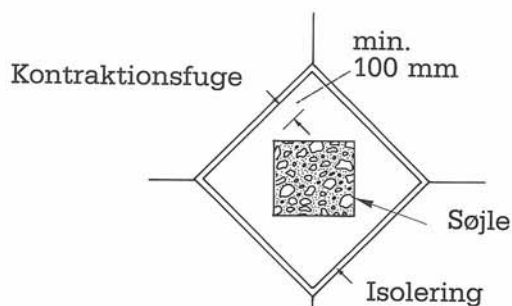
Der skelnes almindeligvis mellem 3 typer af fuger:

- Isolationsfuger
- Kontraktionsfuger
- Arbejdsfuger

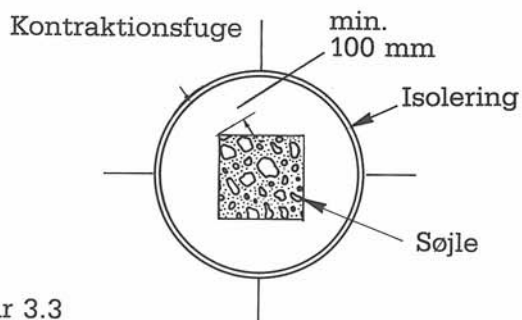
Isolationsfugen adskiller betongulvet fra bygningsens øvrige konstruktioner (f.eks. søjler, vægge, maskinfundamenter) således, at betongulvet kan bevæge sig frit både horisontalt og vertikalt. Pladen får herved en fri kant og skal måske armeres eller have en øget tykkelse. Eksempler på isolationsfuger fremgår af figur 3.1, 3.2 og 3.3.



Figur 3.1.
Isolationsfuge



Figur 3.2
Isolationsfuge (vandret snit)



Figur 3.3
Isolationsfuge (vandret snit)

Kontraktionsfugen tillader bevægelser i pladernes plan og kan afhængigt af fugeudformningen overføre vertikale kræfter i fugen.

Eksempler på kontraktionsfuger fremgår af figurene 3.4 - 3.9.

Forekommer der store punktbelastninger, og kan vertikale bevægelser ved fugekanterne ikke accepteres, er isætning af dyvler (se figur 3.4 og 3.8) den sikreste måde at overføre kræfter på. For at der i fugen kan foregå horisontale bevægelser (se bilag 4), er det meget vigtigt at dyvlerne placeres korrekt. På grund af betonpladens svind vil kontraktionsfugerne vist på figur 3.5, 3.6 og 3.7 åbne sig, og bliver åbningen blot nogle få millimeter, mistes muligheden for at overføre kræfter vertikalt.

Dyvlernes længde og diameter kan fastsættes i relation til betonpladens tykkelse.

For pladetykkelser mellem 120 og 150 mm anbefales normalt en dyvellængde på 400 mm og en diameter på 12 mm. For pladetykkelser mellem 150 og 250 mm anbefales normalt en dyvellængde på 400 mm og en diameter på 16 mm.

Dyvlerne placeres med en indbyrdes afstand (se bilag 4) på 300 mm.

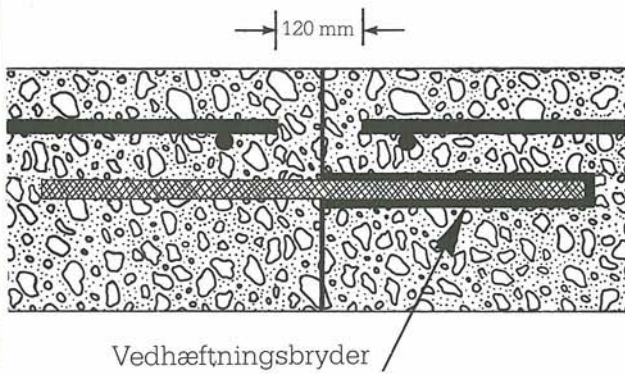
Arbejdsfugen der udgør skellet mellem 2 støbninger, kan udføres både som isolations- og kontraktionsfuge.

Eksempler på arbejdsfuger fremgår af figur 3.4, 3.5 og 3.6. Figur 3.6 viser en fabriksfremstillet betonleder. Lederen, som bliver i gulvet, er udformet på en sådan måde, at der kan anvendes gennemgående armering eller monteres dyvler for lastoverføring.

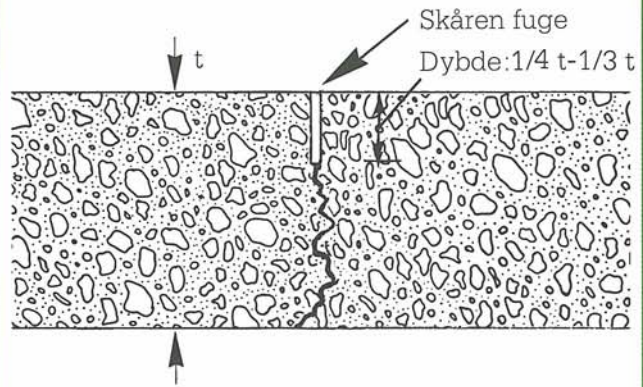
Fugekanter

Såfremt gulvet eller dele af det bliver påvirket af meget kraftig trafikbelastning, og minimum af vedligehold er et krav, kommer en særlig udførelse af fugekanten ind i billedet. Det kan f.eks. være opsætning af profiljern, støbning af en „hårdbeton“ eller armering med stålfibre.

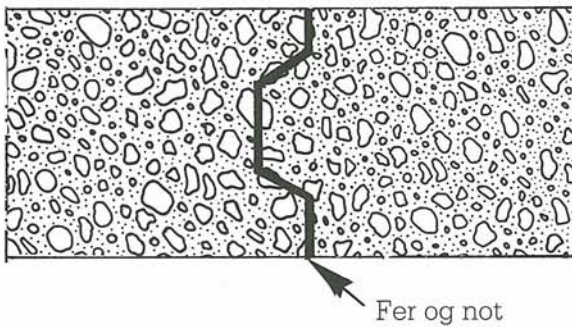
Udførelsesmetoden og omhu ved arbejdets udførelse er afgørende for fugekanternes styrke. Som eksempel på en mangelfuld arbejdsudførelse, der bevirker en svag fugekant kan nævnes mørtel, som er trukket op over pladekanter og ledere, men ikke er blevet fjernet. Betonen lige op imod en arbejdsfuge vil som regel af flere grunde, men især fordi der sker en afblanding,



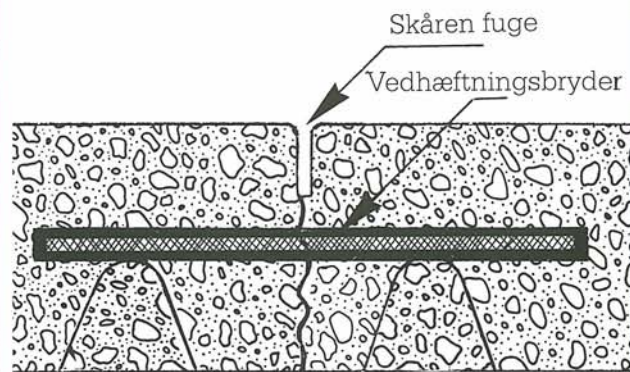
Figur 3.4
Kontraktions- og arbejdsfuge med kraftoverførende dyvel



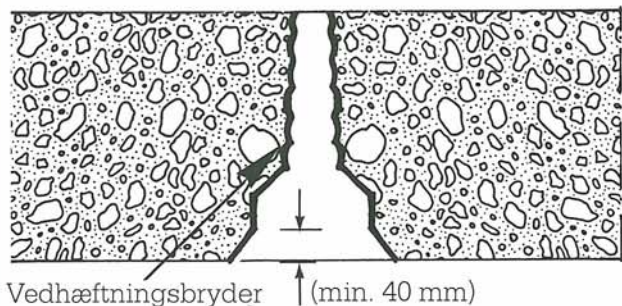
Figur 3.7
Kontraktionsfuge



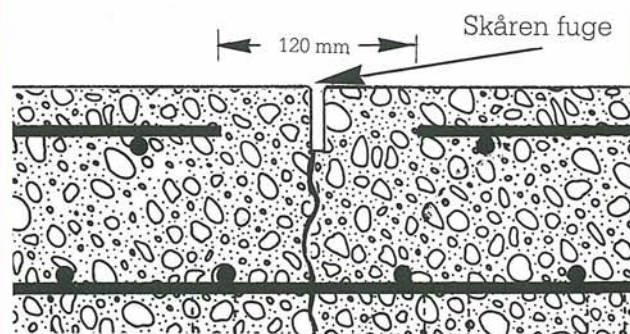
Figur 3.5
Kontraktions- og arbejdsfuge



Figur 3.8
Kontraktionsfuge med dyvel



Figur 3.6
Kontraktions- og arbejdsfuge. Fabriksfremstillet leder



Figur 3.9
Bunden kontraktionsfuge

få en dårligere styrke end den øvrige betons. Når en fuges skæres (se f.eks. figur 3.7), forekommer nævnte afblanding ikke, og der sker derfor ingen styrkeforringelse.

En „smal“ fuges, f.eks. en skåren fuges på 3-5 mm er at foretrække fremfor en „bred“, idet påvirkningen på fugesanten bliver mindre. Hvor der af hensyn til tætheden ønskes en udfyldning af fugen, må fuges-

bredden dog bestemmes ud fra fugesbevægelsen og den bevægelse, som fugesaterialet kan optage. Udfyldning af fugen kan også tjene det formål at støtte fugesanten, hvorved dennes holdbarhed øges. Et „halvhårdt“ (se bilag 14) fugesmateriale anvendes ofte, og da dette har begrænset bevægelsesmuligheder, må fugesudfyldningen af hensyn til svindet udsættes længst muligt.



Kontraktionsfuges med dyvel indstøbt, der bevirker, at vertikale kræfter kan overføres. Dyveln påføres en vedhæftningsbryder inden udstøbningen



Ved pladetykkelser større end 100 mm og ved anvendelse af dobbelt bjælkevibrator, komprimeres der desuden med stavvibrator langs alle fuger og kantbegrænsninger. Se bilag 8.

FORBEREDELSE TIL UDSTØBNING

Ledere

Ledere kan have flere formål, nemlig:

- Danne kørebane/understøtning for vibratorbjælken
- Danne felt- og/eller baneforskalling
- Sikre overholdelse af planhed og tolerancer

Ved et felt skal forstås den opdeling af gulvarealet, der foretages for at undgå/reducere revnedannelser fremkaldt af svind og temperaturbevægelser, og ved en bane forstås gulvarealet mellem de ledere, hvorpå vibratorbjælken kører.

Ledere findes i forskellig form og materiale som anført nedenfor.

Betonledere

Betonledere indgår i konstruktionen som en del af det færdige gulv. Betonledere findes i forskellige højder, længder samt med forskellig hulafstand og huldiameter til armeringen.

Betonlederen faststøbes i punkter med ca. 0,4 m afstand. Opsætningen kontrolleres ved nivellering.

Plastledere

Plastlederen fremstilles i forskellige PVC-profiler. Plastlederen findes i standardlængder på 2,5 m med samlelister, så store længder kan opnås. Bredden i toppen er 3 mm og 40 mm i bunden. Højden er begrænset til 70 mm.

Plastlederen udlægges på betonvederlag, hvilket giver en nem og hurtig tilpasning. Udlægningen udføres 1 døgn inden støbningen, og lederen understøbes enten delvis eller i hele længden.

Stålleder

Stållederen er let håndterlig og leveres i standardlængder på 4 m. Den kan placeres på f.eks. betondæk eller på bløde underlag og grusbærelag. På blødt underlag monteres den på en trykfordelende plade.

Også stållederen har huller for gennemføring af armeringen.

Ilægning af armering

Afstandsholdere

Afstandsholdere til armeringen anvendes for at sikre,



Armeret gulvkonstruktion umiddelbart inden udstøbning. Ledere sikrer, at planhed og tolerancer kan overholdes.

at armeringen forbliver i den ønskede position. Afstandsholdere udføres i materialerne stål, plast, beton og fiberbeton.

I DS 411 stilles der krav til den minimale dæklagstykkelse, hvor dæklagets funktion er at beskytte armeringen mod korrosion. For at etablere den foreskrevne dæklagstykkelse inklusiv tolerancetillæg for armeringen, anbringes der afstandsholdere mellem armeringen og bærelagets overflade eller det isolerende lag. Endvidere skal afstandsholdere anbringes med en sådan indbyrdes afstand, at de i DS 411 angivne krav til minimal dæklagstykkelse overholdes. Dvs. hvor afstandsholderne bærer armeringen, må denne ikke hænge.

Uanset valg af afstandsholdere skal de være i stand til at optage belastningen under udstøbningen og vibreringen uden at deformere eller kæntre. Der er grænser for, hvor tæt afstandsholdere bør placeres, idet for tæt placering kan give anledning til revnedannelser i den færdige konstruktion. Afstandsholdere bør ikke indbyrdes placeres tættere end 0,3 m. Der henvises i

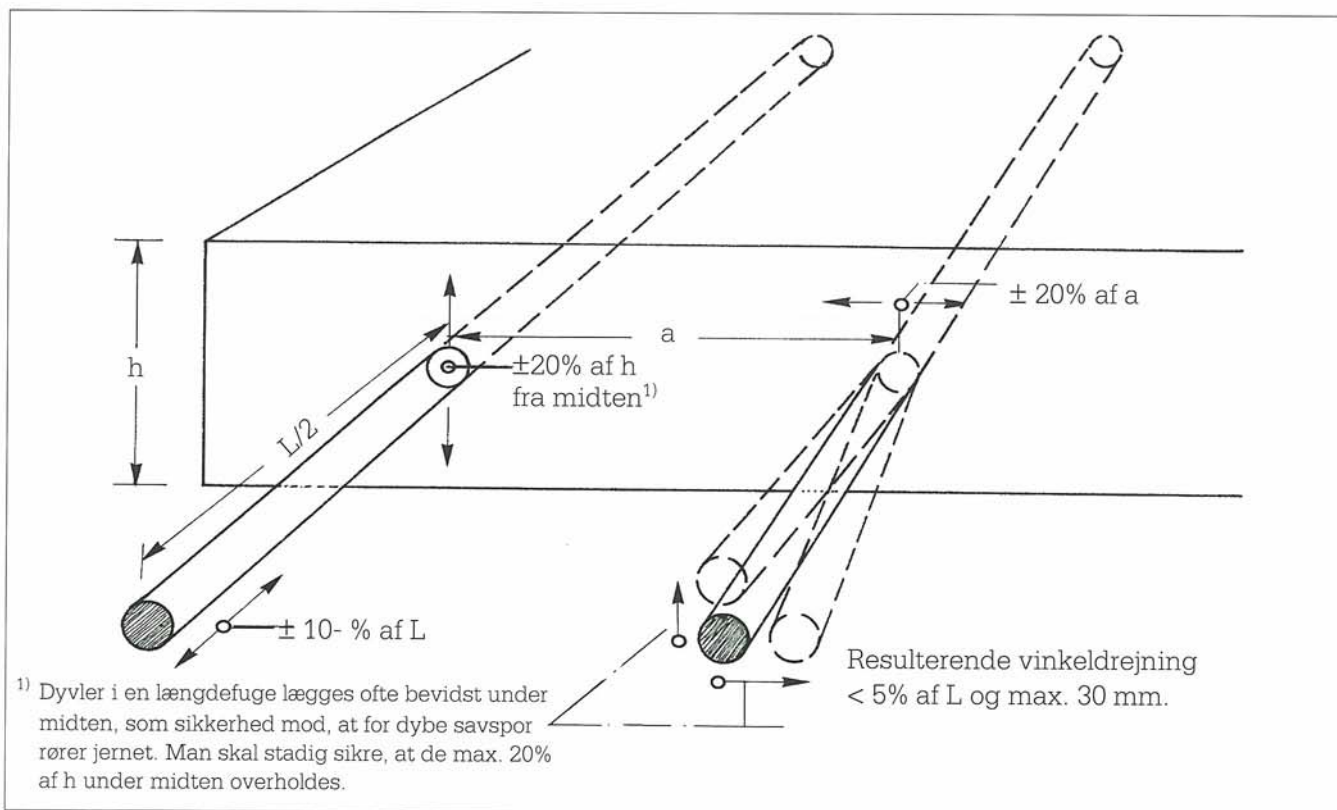
øvrigt til Beton-Teknik 6/12/1987 „Afstandsholdere for armeringsjern“.

Isætning af dyvler

Dyvler placeres parallelt med gulvets overflade og vinkelret på fugen. For at sikre den korrekte placering angives følgende tolerancer:

1. Ved den lodrette placering over tværsnittet er tolerancen $\pm 20\%$ af betongulvets tykkelse.
2. Ved den vandrette placering parallel med fugeretningen er tolerancen $\pm 20\%$ af afstanden mellem dyvlerne. Vinkelret på fugeretningen er tolerancen 10% af dyvlernes længde.
3. Tolerancen i den resulterende vinkeldrejning afhænger af den overfladebehandling, man giver dyvlen. Afvigelsen fra den rigtige retning skal i gennemsnit være mindre end 10 mm på dyvlens længde, og ingen dyvel må afvige mere end 30 mm .

Ovenstående er illustreret på figur 4.1.



Figur 4.1. Tolerancer ved placering af dyvler i gulvkonstruktion.

FELTSTØRRELSER OG SVINDARMERING

Opdeling af betongulvet i felter ved hjælp af fuger foretages for at undgå/reducere revnedannelser fremkaldt af svind og temperaturvariationer samt for at opnå en bekvem udstøbningsprocedure.

Indendørs er temperaturvariationerne som regel ringe, men i hærdeperioden kan der som følge af hærdevarme ske først en opvarmning og derefter en afkøling, som medfører en sammentrækning af betonen. Fuger udgør normalt den svageste del af et betongulv, og medfører af samme grund stor risiko for høje vedligeholdelsesomkostninger. Felterne bør derfor være så store som muligt for at minimere antallet af fuger.

Uarmerede gulve

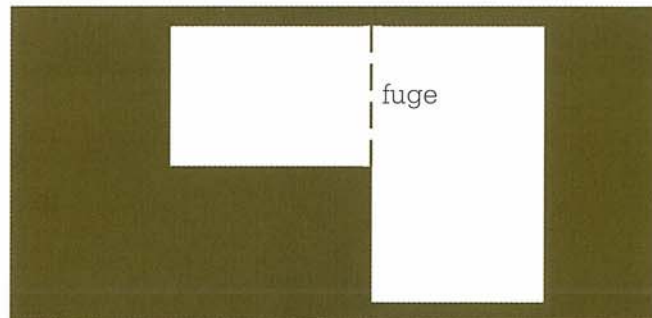
For uarmerede gulve kan den tilladelige (acceptable) feltstørrelse øges, såfremt:

- Pladens tykkelse øges
- Betonens svind mindskes
- Betonens trækstyrke øges
- Friktion mellem betonpladen og underlaget mindskes
- Temperaturforskelle under brug mindskes
- Tværsnitsvariationer mindskes

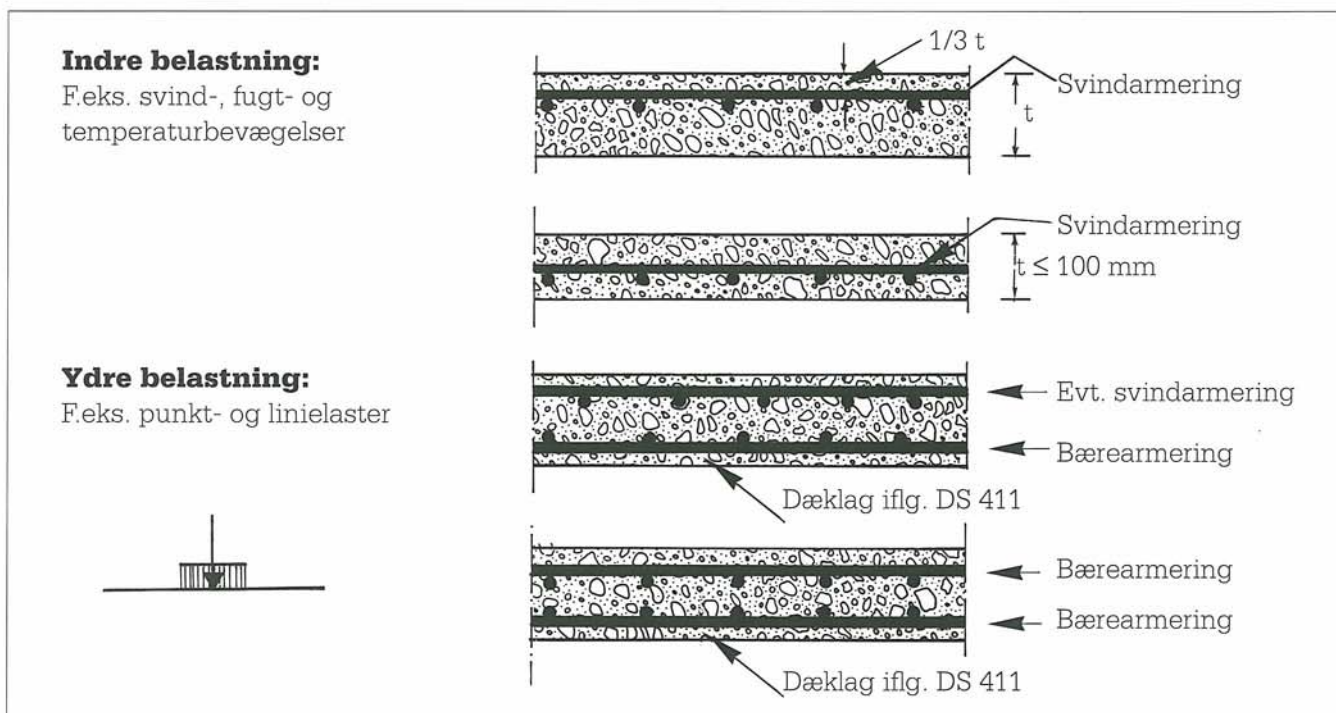
For uarmerede gulve anbefales feltstørrelser mellem 25 og 35 m². For at komme op på en feltstørrelse på 35 m² kunne betingelserne eksempelvis være:

- En pladetykkelse på 150 mm
- Betonen sammensættes således, at svindet minimeres (f.eks. ved at stille krav til maksimalt vandindhold pr. m³ beton)
- Friktionen mellem betonpladen og underlaget er lille (f.eks. ved at udstøbe betonen på et glidelag som kan være et sandlag eller en plastfolie). Friktionskoefficienten for en plastfolie kan sættes til 0,75, for singels til 2.

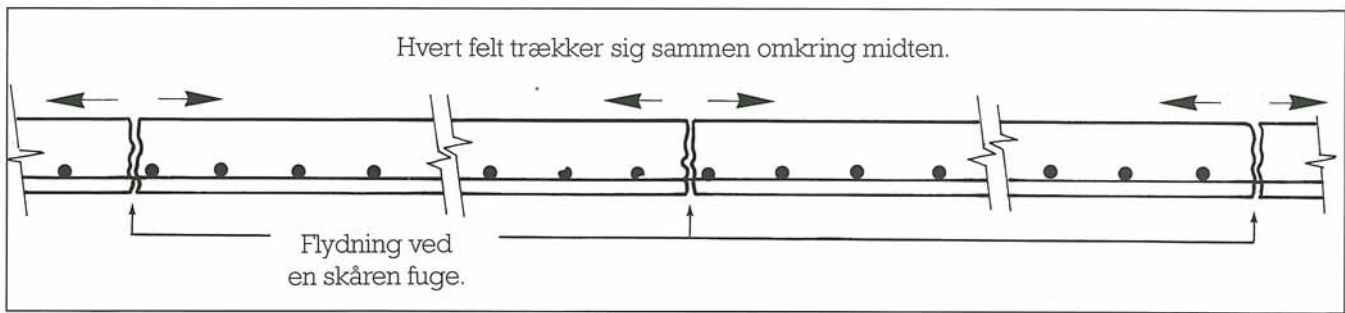
Ved store hvilende laster kan det blive nødvendigt at



Figur 5.1. Gulv (vandret plan) med udadgående hjørne, der angiver eksempel på fugeplacering.



Figur 5.2. Armeringsplacering i betonpladen.



Figur 5.3. Principskitse for gulvkonstruktion med gennemgående armering

mindske fugeafstanden, fordi disse medfører, at friktionen mod underlaget øges.

Felterne skal helst være kvadratiske, og i hvert fald bør den længste side ikke være større end 1,5 gange den korteste.

Ved at vakuumbehandle betonen kan feltstørrelsen øges med ca. 50%, bl.a. fordi behandlingen mindsker svindet.

Ved udadgående hjørner er det ofte nødvendigt at indlægge fuger. I stedet for fuger kan der dog indlægges armering vinkelret på den revne, der kan forventes at komme diagonalt ud fra hjørnet.

Armerede gulve

Ønskes større felter end ovenfor anført, og er der krav om begrænsning af revnevidder, er det nødvendigt at armere konstruktionen.

Formålet hermed er ikke at hindre en revnedannelse men at sikre en finfordeling af revner ved optagelse og fordeling af de trækkræfter, som fremkommer som et resultat af svind- og temperaturbevægelser. Med et traditionelt armeringsnet eller med stålfibre kan felternes sidelængder komme op på 10 - 15 m. Der hersker en vis usikkerhed om hvordan armeringsmængden skal fastsættes. Med de nævnte sidelængder og med anvendelse af traditionel armering anbefales en armeringsprocent på mindst 0,3%. Det er en større mængde end den, der i dag almindeligvis benyttes. Armeringen bør placeres i oversiden eller

1/3 nede i betonpladen. Denne placering kan også bidrage til momentoptagelse langs kanter og hjørner. Ved store punktbelastninger skal der foretages en beregning, som kan vise, om der også er behov for en armering i undersiden. I betonplader med



Armeret gulvkonstruktion, der er klar til udstøbning. Armeringens placering kontrolleres inden udstøbning.

en lille tykkelse (mindre end 100 mm) kan der indlægges en armering i pladens midte. Den fungerer da dels som lastoptagende og dels som revnefordelende. Vedrørende armeringens placering henvises til figur 5.2.

Stålfibre. I de senere år har stålfibre fået en vis anvendelse til gulve. Få af disse gulve er mere end 20 år gamle, og langt de fleste er mindre end 10 år gamle. Erfaringerne er derfor begrænsede og det efterfølgende bør betragtes som en orientering. Der henvises til speciallitteraturen og til leverandører af stålfibre for yderligere information.

Stålfibre tillader større afstand mellem fugerne og øger betonens evne til at modstå knusninger af fugekanter.

Feltstørrelsen og især bæreevnen er afhængig af forhold som fibermængde og fibergeometri (længde, tykkelse og kroge/ikke kroge i enderne). Til industrigulve og belægninger på disse anvendes typisk fibermængder mellem 20 og 40 kg/m³. Større mængder kan anvendes, men kan give problemer med blanding, komprimering og overfladefinish. Med de nævnte fibermængder benyttes der typisk feltstørrelser mellem 50 og 100 m².

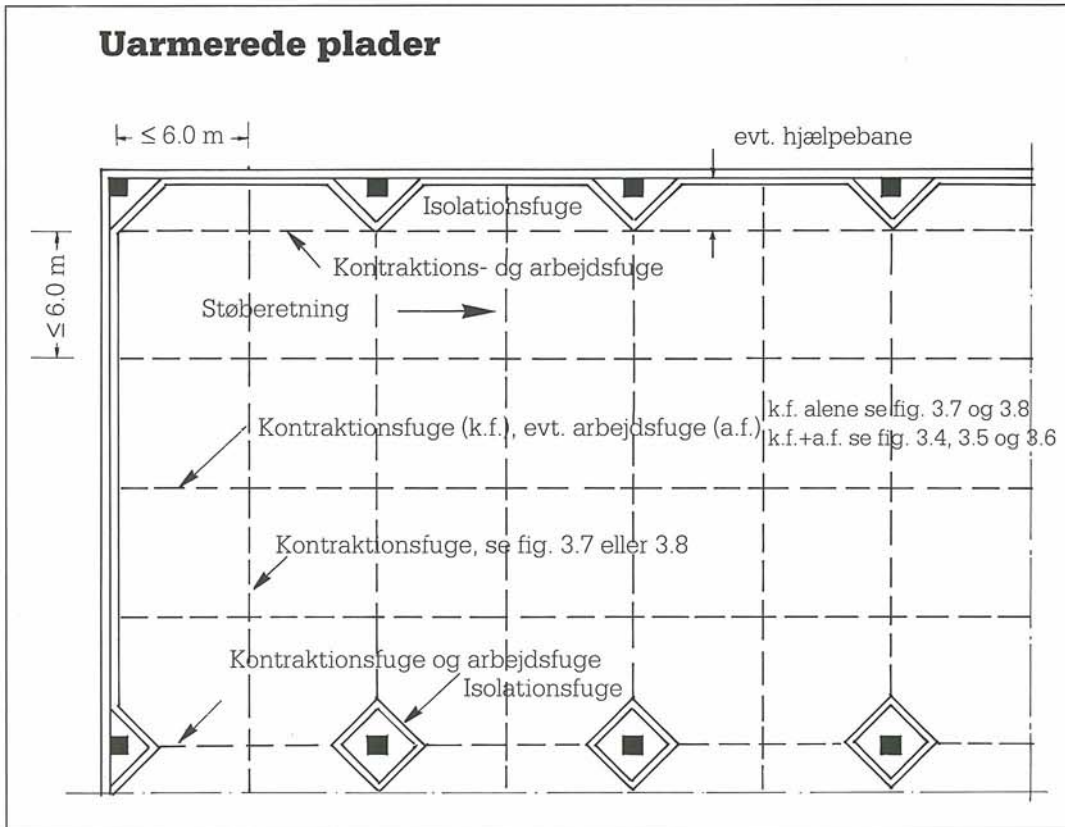
I sammenligning med konventionel armering vil en stålfiberarmering simplificere arbejdsudførelsen, idet der kan køres direkte på underopbygningen, når stålfiberarmeret beton anvendes. Dette er påkrævet, når der anvendes en laserstyret afretnings- og vibrationsmaskine - Laserscreed®.

Ved anvendelse af stålfibre kan der opstå finishpro-

blemer. Fibrene kan få betonen til at klumpe sig sammen under retskinnen og derved vanskeliggøre kontrol af overfladens planhed. Under glitningen kan det ske, at fibrene rives op og efterlader små huller i overfladen, som så må efterfyldes.

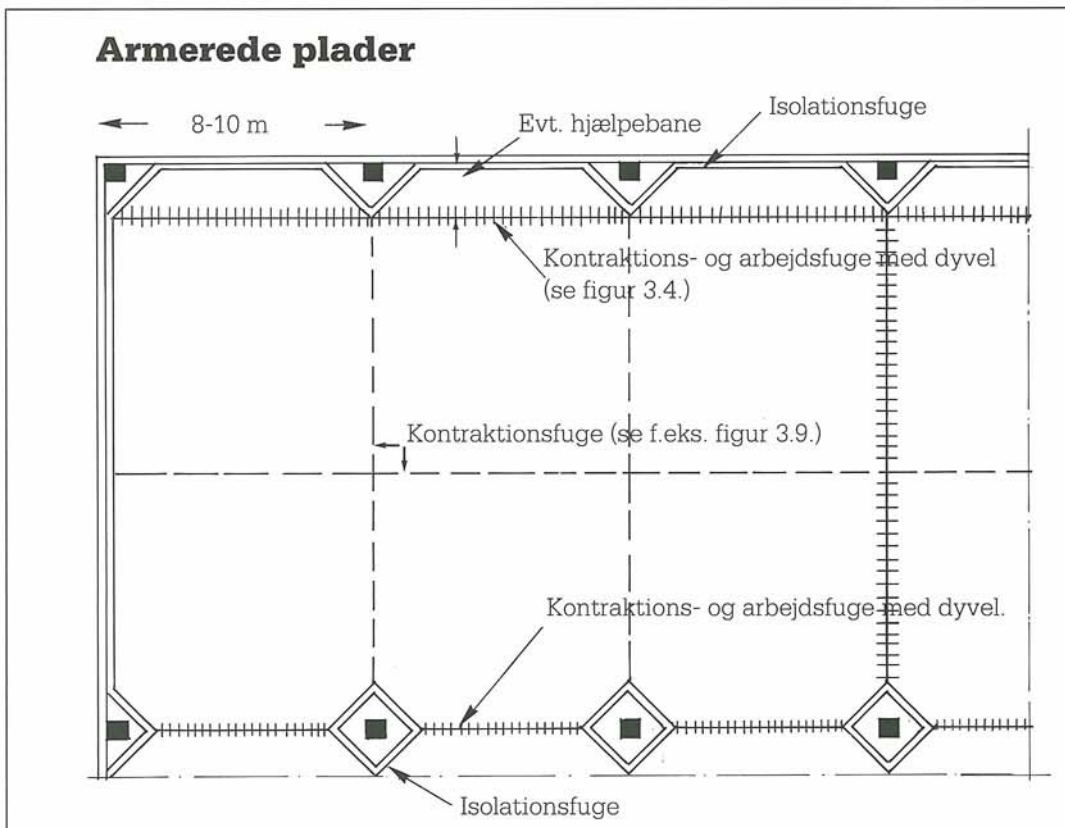
Plastfibre. Plastfibre kan bidrage

Uarmerede plader



Figur 5.4. Eksempel på feltinddeling for uarmerede betonplader. Se også figurene i bilag 3.

Armerede plader



Figur 5.5. Eksempel på feltinddeling for armerede betonplader. Se også figurene i bilag 3.



Udstøbning af armeret betonplade med dobbelt bjælkevibrator. Indstøbte ledere danner understøtning for bjælkevibratoren.

til at mindske risikoen for plastiske svindrevner. Hvis en nyudstøbt beton udsættes for kraftig udtørring, inden den er bundet af, dvs. medens betonen endnu er plastisk, vil der ske en rumfangsformindskelse, der kaldes **plastisk svind**. Nogle producenter af plastfibre angiver, at feltstørrelsen kan øges ved fiber-tilsætning til betonen.

Der skal i den forbindelse henvises til producentens dokumentation for dette. Fibrene tilsættes ofte i mængder mellem 0,6 og 1,0 kg/m³.

Efterspænding af betongulve giver en række fordele, således kan der med denne teknik opnås fugefri gulve med et areal på op til 1000 m². Også her skal henvises til speciallitteraturen.

Kontinuerlig armering. Der er såvel i udlandet som i Danmark udført en del gulve, hvor armeringen er udført kontinuert over hele gulvfladen og placeret i betonpladens underside. Der er udført revneanvisere via skæring pr. 5-6 m i begge retninger. Det er således de samme fugeafstande, som benyttes for uarmerede gulve. På grund af den beskedne armeringsmængde opstår der flydning i armeringen i fugen efterhånden som svindkræfterne afstedkommer en sammentrækning af feltet. Armeringsmængden bør bestemmes i hvert enkelt tilfælde, så den ønskede flydning indtræder. Armeringen overfører således ikke svindkræfter fra det ene felt til det andet, men binder

dog felterne sammen. Optagelse af vertikale kræfter i fugen sker ved, at stenmaterialet danner en „lås“, hvorfor der må projekteres med begrænset flydning af armeringen og relativt små feltstørrelser. I praksis åbner fugerne sig sjældent mere end 1 mm.

En principskitse af gulvkonstruktionen er vist på figur 5.3.

På figur 5.4 og 5.5 er vist eksempler på feltinddeling for henholdsvis uarmerede og armerede betonplader.

PLANHED

Planhed er et vigtigt funktionskrav til gulve i mange kategorier af industrier. Manglende planhed kan afstedkomme:

- Kollision mellem lasten på trucken og lagerreoler
- Stor slitage på trucks og andet transportudstyr
- Dårlig udnyttelse af bygningen fx. nedsættelse af kørselshastigheden med truckene
- Dårlig komfort

Definitioner

Planheden kan defineres med følgende begreber.

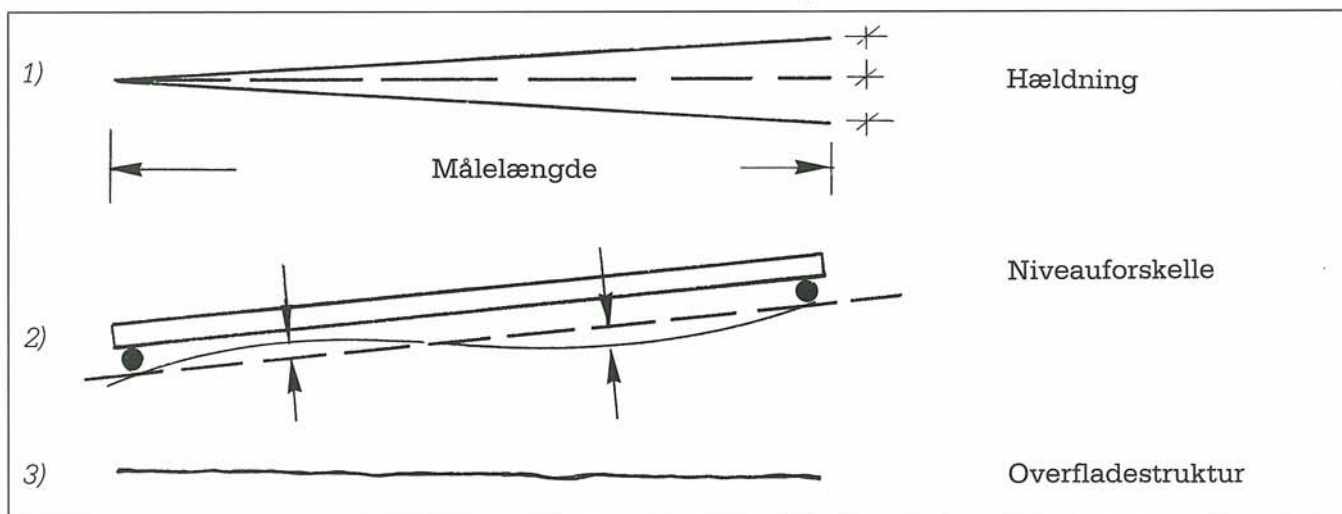
- Hældning
- Niveau på overfladen (senere benævnt niveauforskelle)
- Overfladestruktur

På figur 6.1 er definitionerne anskueliggjort.

gende diskussioner om kravenes opfyldelse kan undgås. Der kan fx. henvises til DIN-normerne 18201, 18202 og 15185, samt til den svenske Hus AMA 83 og til AMA-Nytt.

I Hus AMA 83 ses, at der også i målelængden 0,25 m angives krav til niveauforskelle. Hvor god planhed kræves fx. til højreollagre, er dette krav vigtigt af hensyn til funktionel udnyttelse af truckene og til sikker kørsel. I DIN 15185, som er gældende for lagerhaller, er der i kørebaner stillet krav til max. højdeforskel (på tværs af kørselsretningen) mellem de yderste truckhjul. Kravene er naturligvis gjort afhængig af løftehøjden.

Overfladestruktur - porer, huller, toppe, grater og spor, må ikke forveksles med niveauforskelle på 0,25 m. Porer, toppe, grater og spor bør som regel ikke forekomme, specielt ikke når gulvet skal males eller hvor der stilles specielle krav til rengøringsvenligheden. Grænser for de nævnte uregelmæssigheder kan stilles i form af højde, dybde, diameter og antal pr. m². Herom henvises til Malerfagets Behandlings-Katalog (MBK) og til BPS 24.



Figur 6.1. Definitioner på 1) hældning, 2) niveauforskelle samt 3) overfladestruktur.

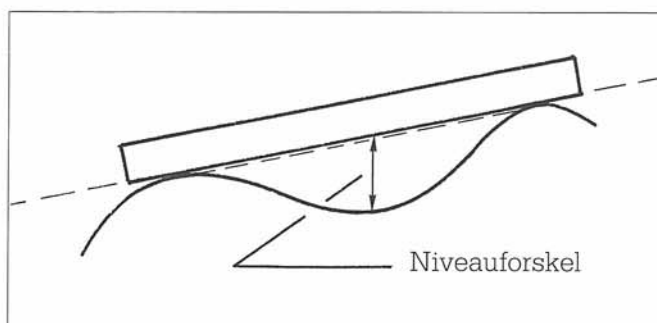
Opmærksomheden skal henledes på, at i nogle vejledninger og normer (fx. i DIN-normerne) angives niveau på overfladen som afvigelsen mellem to top-punkter, se figur 6.2.

Planhedskrav

Planhedskravene bør fastlægges af bygherren og kravene bør være entydige og kontrollerbare, så efterføl-

I forbindelse med projekteringen bør følgende iagttages:

- Det skal nøje gennemtænkes, hvilke krav der skal stilles for netop at få tilgodeset den aktuelle benyttelse af gulvet. Unødvendigt strenge planhedskrav bør ikke stilles, da de er dyre at efterleve.
- For etageadskillelser vil det ofte på grund af ned-



Figur 6.2. Niveau på overfladen angivet som forskellen mellem to toppunkter.

Vigtige faktorer for opnåelse af planhed

I det følgende er angivet nogle forhold, der kan medvirke til at der opnås god planhed.

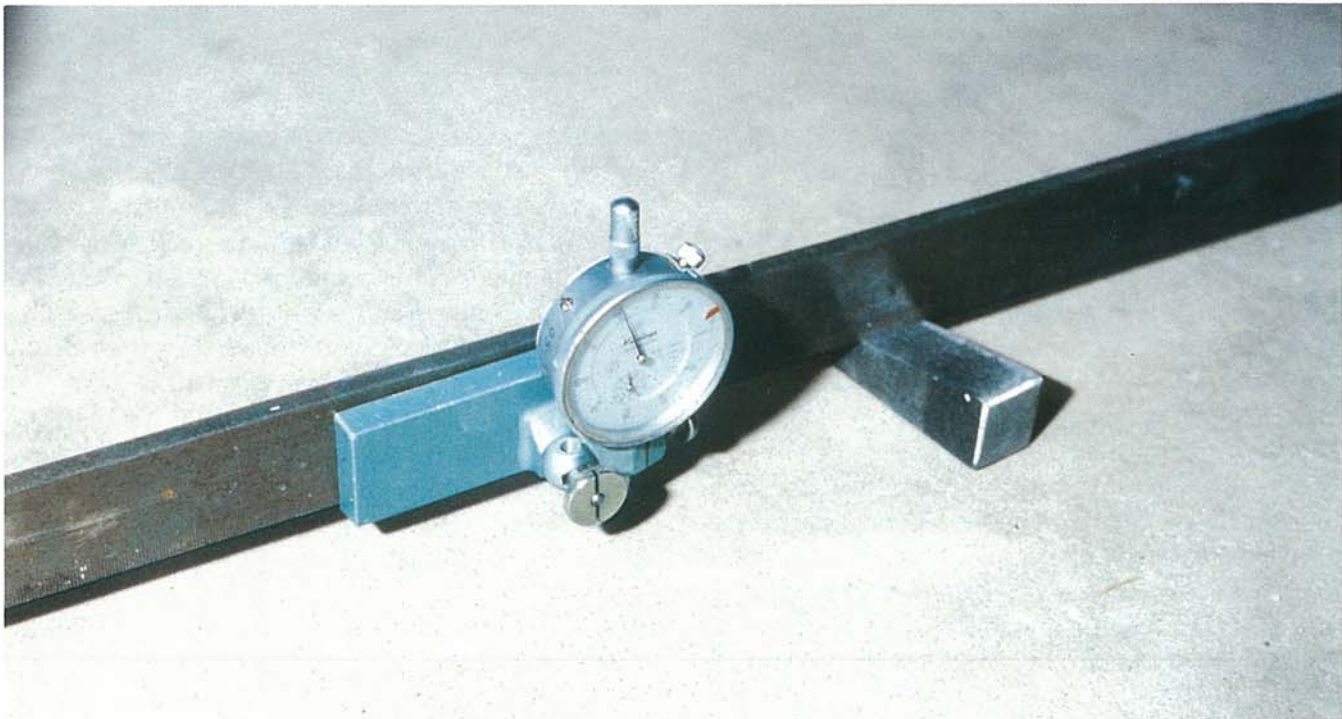
Konstruktive forhold:	Forklaring:
1. Banebredde	Lille banebredde (≤ 6 m) medfører krav om større stivhed af bjælkevibrator. Gælder ikke for den luftdrevne triangulære vibratorbjælke. Opmærksomheden må dog henledes på, at det af andre grunde er hensigtsmæssigt at have så få fuger som muligt, og dermed størst mulig banebredde.
2. Låsning af fugekanter	Sikker låsning opnås ved hjælp af dyvler.
Betonen	
3. Ensartet og relativ stiv konsistens	„Stiv“ konsistens, er i denne sammenhæng ensbetydende med et sætmål ≤ 100 mm og ensartet er ensbetydende med ± 30 mm.
Grej	
4. Bjælkevibrator	Det må sikres, at bjælkevibratorens underside har en sådan form, at gulvets overside bliver plan eller får det ønskede profil.
5. Planvibrator	Medfører en horisontal vibrering.
6. Retskinne	Til udjævning og til kontrol.
7. Glittemaskine	Sammenlignet med håndglitning opnås en bedre planhed.
Arbejdets udførelse	
8. Omhyggelig opstilling af ledere samt efterkontrol af deres niveau	Bl.a. stabil understøtning og tilstrækkelig nøjagtighed af nivellerinstrument.
9. Ingen sætning af betonen mellem ledere eller mellem to allerede udstøbte felter	Betonen gives en overhøjde (gælder især for vakuumbehandlet beton).
10. Effektiv komprimering	Dvs. vibrering med vibratorbjælke, evt. suppleret med stavvibrator.
11. Den rette mængde beton foran vibratoren	For store mængder bevirker, at betonen skubbes op bagved vibratoren.
12. Ren overflade på lederen	Beton, der under vibreringen trækkes ind over lederen, skrabes væk.
13. Udjævning af overfladen	Skrabning og udjævning udføres med en ca. 2 m retskinne med skaft. Trækninger med retskinnen udføres i flere retninger og som regel i forbindelse med grovglitningen.

bøjninger være relevant kun at stille krav til niveauforskelle.

- Det skal klarlægges, hvordan planhedskravene eftervises. Kriteriet for godkendelse/kassation skal fastlægges. Specificer kun de krav der kan måles.
- Tidspunktet for kontrol (før eller efter kantrojsning).
- Fastlæggelse af tiltag, hvis gulvet ikke opfylder de stillede krav.

benyttes til kontrolmåling har en nøjagtighed, der svarer til de stillede planhedskrav. En god regel er, at måleudstyret måler med en nøjagtighed, der er ca. 1/10 af den mindste måling, der skal foretages. Er kravet eksempelvis ± 5 mm, skal nøjagtigheden af måleudstyret være minimum 0,5 mm.

Ovennævnte målemetode med 2 m rets skinne er ikke tilfredsstillende, hvor der stilles store krav til planhed, og metoden er arbejdskrævende, hvor store arealer skal kontrolleres. Desuden egner metoden sig ikke til kontrol af hældning, og den registrerer ikke en even-



Kontrol af niveau på overfladen med rets skinne og måleur henholdsvis målekile.

Kontrol

Kontrol af planhed bør foretages så hurtigt som muligt efter det første støbeafsniit er udført af følgende grunde:

- Det kan konstateres om arbejdsudførelsen giver den krævede planhed. Hvis ikke, kan justeringer foretages for de efterfølgende afsnit.
- Der kan ved maskinslibning allerede ved en tidlig alder justeres for eventuelle afvigelser.

Kontrollen skal foretages, så en direkte sammenligning med de stillede krav kan foretages. Hvis der f.eks. er krav til niveauforskelle med en målelængde på 2 m, kan kontrollen udføres med anvendelse af en restkede på 2 m længde. I begge ender kan retskeden være forsynet med påsvejste rundstål. Afstanden mellem gulvoverfladen og retholten bestemmes med målekiler eller med måleur.

Det er vigtigt, at de instrumenter og/eller det grej som

tuel „vaskebrædtoverflade“. En ny metode er blevet udviklet til registrering af planhed. Den bygger på et rullende registrerende måleapparat, som er benævnt „Dipstick Floor Profiler“®. Niveauforskelle og hældning angives som numeriske F-værdier. Ved anvendelse af metoden stilles der således krav til disse værdier. Målemetoden, der kan indstilles til forskellige målelængder, er standardiseret i USA (ASTM E 1155).

BETON OG MØRTELKVALITET

I dette afsnit gennemgås de betonegenskaber, som skal specificeres ved betonfremstillingen, og som danner baggrunden for de valgmuligheder, som angives i rutediagrammet. De krav, der stilles til de enkelte betonegenskaber, udspringer dels af bygherrekra-vene, dels af projekteringskravene, og endelig skal de sikre, at de udførelsesmæssige forhold omkring ud-lægningen er i orden. Afsnittet er delt op, således at det svarer til de punkter, entreprenøren skal gennem-gå og tage stilling til ved betonbestillingen.

Styrkeklasse

Den nødvendige mindste betontrykstyrke fastsættes ved projekteringen ud fra bygherrekra-ve til gulvets anvendelse. Udførelsesmæssige krav kan medføre, at en højere styrkeklasse vælges.

Jo højere styrkeklasse der anvendes, jo lavere bliver betonens v/c-forhold, og jo hurtigere udtørres beto-nen sig selv. Valg af et lavere v/c-forhold (og dermed højere styrke) er en effektiv måde at reducere udtør-ringstiden på. I skema 7.1 findes vejledende beton-sammensætninger for styrkeklasserne 10, 15, 20, 25, 30 og 35 MN/m² uden flyveaske (FA) og mikrosilica (MS).

Cementtype, flyveaske og mikrosilica

De fleste betonværker anvender flyveaske og/eller mikrosilica i deres standardproduktprogrammer. Men det vil også, hvis særlige grunde skulle tale herfor (se nedenfor) være muligt at få betoner, hvor bindemid-

let alene består af cement. Man bør normalt fore-trække, at betonen som bindemiddel udover cemen-ten også indeholder flyveaske og/eller mikrosilica, idet disse mineralske tilsætninger medvirker til at sikre en tættere beton og dermed en betonoverflade, som er mere modstandsdygtig, se Beton-Teknik 1/03/1978 „Flyveaske og beton“ og 1/06/1982 „Mikrosilica og beton“.

Er der flyveaske og mikrosilica i betonen, skal der imidlertid stilles krav om tidligere afdækning af beto-nen end ellers. Årsagen hertil er, at beton med flyve-aske og/ eller mikrosilica har en pastadel, som holder bedre på vandet end beton med cement alene. Det betyder, at betonen tørrer lettere og hurtigere ud på overfladen, hvilket medfører risiko for, at der opstår såkaldte plastiske svindrevner i den friske beton. Det betyder omvendt, at er der problemer med at overholde kravene om seneste tidspunkt for afdækning, kan det være nødvendigt at begrænse indholdet af flyveaske og/eller mikrosilica, evt. helt at udelade disse mineralske tilsætninger.

Såfremt betonen alene indeholder portlandkalksten-cement (såsom Basis-Cement), bør der tages samme forholdsregler vedrørende tidlig afdækning som nævnt ovenfor ved tilsætning af flyveaske/mikrosilica, idet cementens filler i den henseende kan sidestilles med tilsætning af flyveaske/mikrosilica.

Hvis betonen skal vakuumbehandles, bør man til-stræbe et så lavt totalt fillerindhold som muligt bl.a. ved at undlade at anvende portlandkalkstencement eller flyveaske/mikrosilica. Årsagen hertil er, at mi-neralske tilsætninger og den nævnte cements mikro-

Styrkeklasse MN/m ²	Omtrentligt materialeforbrug pr. m ³ beton			
	Cement kg/m ³	Vand maksimalt l/m ³	Sand kg/m ³	Sten max. kornstørrelse 32 mm kg/m ³
10	165	180	800	1220
15	220	180	760	1200
20	260	180	760	1200
25	280	170	760	1180
30	300	160	750	1160
35	350	150	670	1100

Skema 7.1 Vejledende betonsammensætning for beton i styrkeklasserne 10 til 35 MN/m² med maxi-mal stenstørrelse 32 mm, sætmål 60 til 100 mm.

Slidlagstype	Blandingsforhold		Forventet trykstyrke
	Vægtforhold	Rumfangsforhold	MN/m ²
Kælder, garage	1:5,0	1:4,0	10
Afretninglag for anden belægning	1:4	1:3	20
Industri og lagerhaller	1:3,5	1:2,5	25

Skema 7.2. Blandingsforhold for slidlagsbeton/mørtel. Forholdet er cement:grus, og der forudsættes en konsistens mellem 0-30 mm.

filler i vid udstækning kan blokere for den vand-udpresning, som netop tilstræbes ved vakuumbehandlingen.

En hurtighærdnende cement bør ligeledes foretrækkes, hvis udstøbningen sker under vinterforhold eller hvis der ønskes en hurtig afbinding af betonen, idet den hurtighærdnende cement normalt også giver en hurtigere afbinding af betonen.

Konsistens

Valget af betonens sætmål er normalt bestemt af det grej, der skal benyttes ved betonudlægningen. Jo kraftigere bearbejdning grejet udsætter betonen for, jo lavere sætmål kan og bør der benyttes.

Luftindblanding

Det er normalt ikke nødvendigt at kræve luftindblanding i beton til gulve. Men såfremt det forventes, at betonen i en periode udsættes for frost i et fugtigt miljø, eller at den permanent udsættes for fugt og frost (fryserum), bør der kræves luftindblanding. I så fald bør der ligeledes stilles de til miljøklassen svarende krav til v/c-forhold og styrke.

Hvis betonens udtørningstid ønskes reduceret, kan det være hensigtsmæssigt at anvende luftindblanding. Luftindblandet beton (kitmasseluft mere end 15%) kræver kun halvt så lang udtørningstid, som en tilsvarende ikke luftindblandet beton for opnåelse af samme relative luftfugtighed i betonens porer.

Hvis betonen skal vakuumbehandles, bør der dog ikke foretages luftindblanding, da det besværliggør udpresningen af vandet. Hvis på den anden side betonen skal ligge permanent i moderat og aggressivt miljø, bør det gøres alligevel, og man bør afstå fra anvendelse af vakuumbehandling af betonen.

V/c-forhold

Det er normalt kun nødvendigt at stille krav til v/c-forholdet, såfremt det er krævet, at gulvet placeres i moderat og aggressiv miljøklasse. Er dette tilfældet stilles de hertil svarende krav til v/c-forholdet, dvs. max. 0,45 i aggressiv miljøklasse og max. 0,55 i moderat miljøklasse. Se dog også under styrkeklasse.

Tilslagsmaterialer, materialeklasse

De fleste gulve er placeret i passiv miljøklasse, men som nævnt under bygherrekrav, vil det i mange tilfælde være utilstrækkeligt at anvende klasse P sten. Der er to årsager hertil.

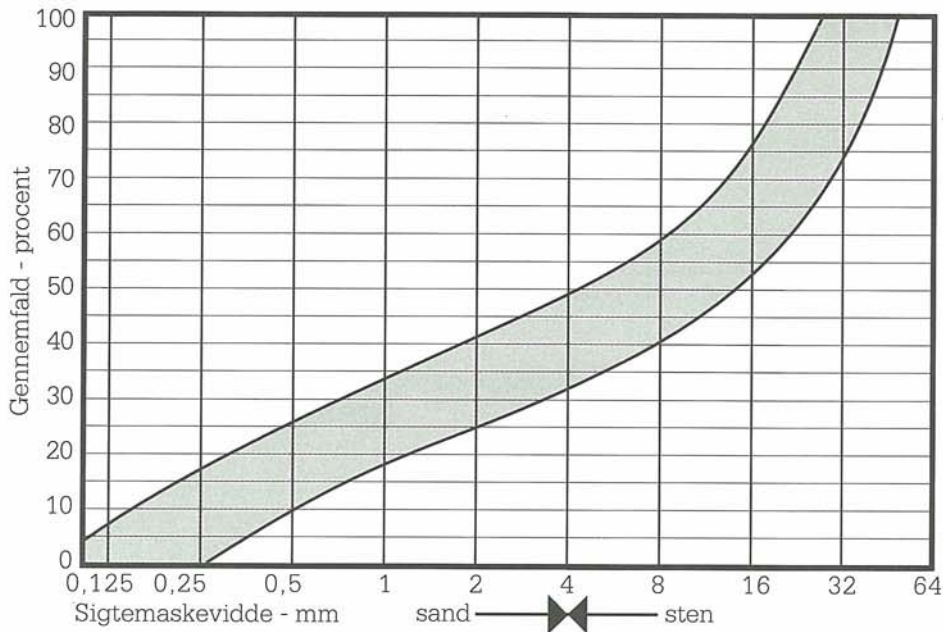
1. Udsættes betonen for frost i byggeperioden vil der med klasse P sten være risiko for mange porøse, vandfyldte sten i overfladen, som kan give anledning til frostspringere. Man bør derfor kræve klasse M eller A sten, hvis dette skal undgås.
2. Udsættes gulvet for en belastning, der mindst svarer til „lettere industribelastning“, kan det anbefales, at der anvendes klasse A sten. Årsagen hertil er, at der selv med klasse M sten er risiko for mange porøse korn i overfladen, idet de porøse korn under betonens vibrering, (især udtalt når der anvendes de høj-effektive luftvibratorbjælker), bevæger sig op mod betonoverfladen. Under belastning vil de porøse korn kunne give anledning til knusningskratere.

Hvis betongulvet ikke er placeret i passiv miljøklasse f.eks. fordi det udsættes for fugt ovenfra eller nedefra, og der kan være tale om højt alkaliindhold og/eller tilførsel af alkalier (kalium- og natriumsalte) til betonen, bør der kræves klasse A sand og klasse M eller A sten.

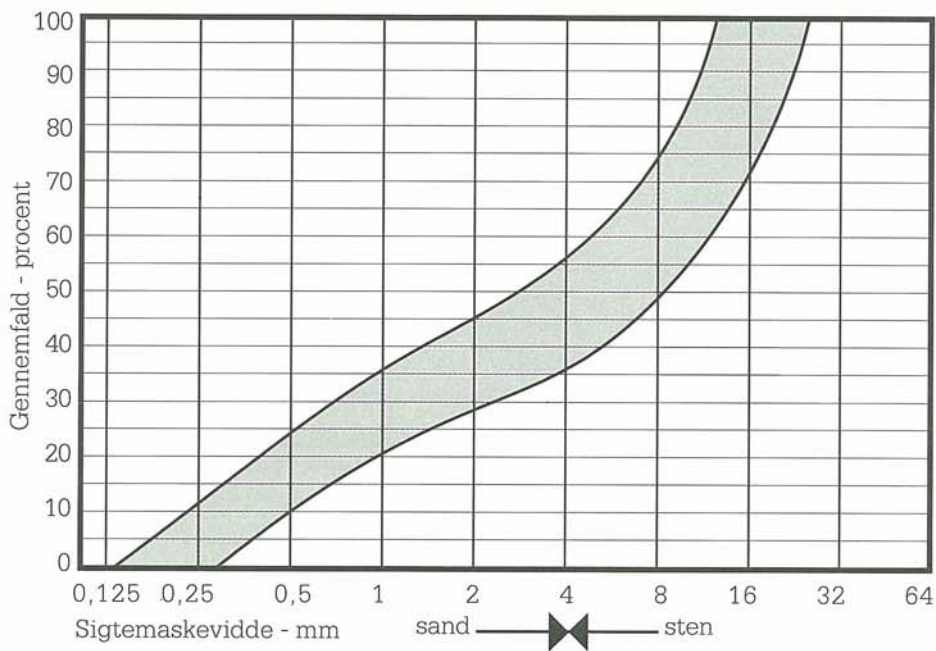
Stentype

Såfremt der er valgt klasse A sten til betonen, kan valget stå mellem granitskærver eller klasse A sø- og bakkematerialer, de sidste da normalt densitets-sorterede. Granitskærverne vil normalt lettere slides jævnt, uden at stenene efter noget slid fremstår som toppe i gulvoverfladen.

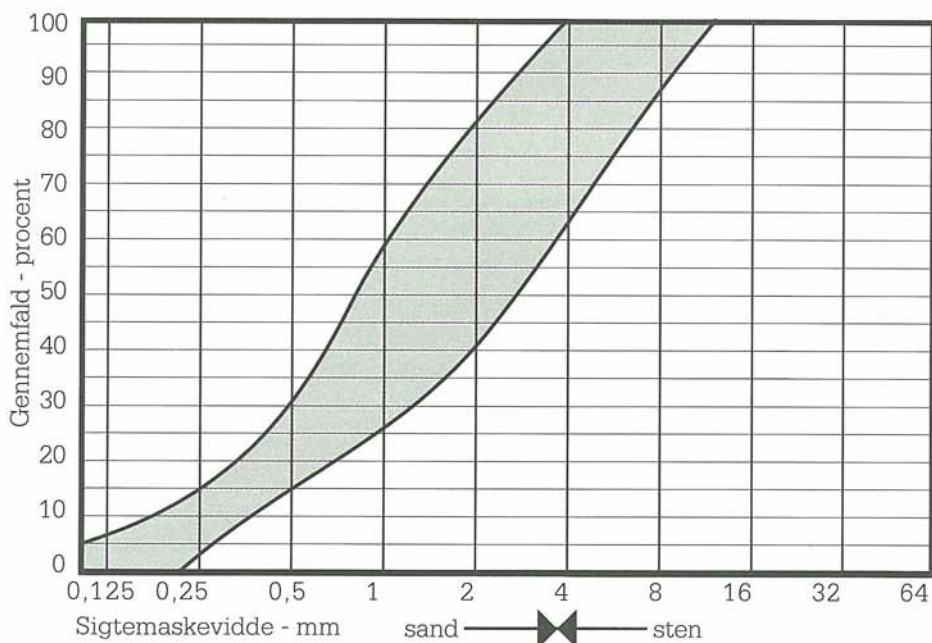
Også i forbindelse med fugeskæringen har stentypevalget betydning. Det er langt lettere at save fuger i beton med granitskærver end i sømaterialer og bakke-materialer, som normalt vil have et indhold af flint. Flint er ekstremt hårdt for savklingerne.



Figur 7.1. Grænsekurver for tilslag til gulvbeton med $d_{max} 32$ mm.



Figur 7.2. Grænsekurver for tilslag til gulvbeton med $d_{max} 16$ mm.



Figur 7.3. Grænsekurver for tilslag til slidlagsbeton/afretningslag med $d_{max} 8$ mm.

Største stenstørrelse og kornkurve

Største stenstørrelse, d_{\max} bør vælges så stor som muligt. Jo større d_{\max} , jo mindre pastavolumen bliver der i betonen. Dette betyder alt andet lige bedre betonegenskaber, specielt svind- og slidmæssigt, stenstørrelsen kan dog ikke vælges frit.

Der er således krav til d_{\max} ud fra lagtykkelse (maksimalt 1/3 af lagtykkelsen) og armeringsplacering. Disse krav skal sikre, at der er plads til de største sten, og at betonen forbliver homogen.

Kornkurven for tilslaget bør ligge inden for grænsekornkurverne angivet på figur 7.1, 7.2 og 7.3 for henholdsvis $d_{\max} = 32, 16$ og 8 mm .

Varm beton

Betonen bør ved udstøbningen have en temperatur på mindst 15°C af hensyn til igangsætning af cementens afbinding, så tidspunktet for færdiggørelsen ikke udskydes unødigt. Under vinterforhold, hvor leveret beton normalt vil have en lavere temperatur, bør man derfor bestille varm beton, så det sikres, at betonen ved leveringen er mindst 15°C .

Beton med krav om hurtig udtørring

Såfremt der for betonen er stillet krav til den maksimale udtørringstid, f.eks. af hensyn til hurtig udlæg-

ning af færdig gulvbelægning og/eller hurtig ibrugtagning af byggeriet, skal følgende forhold fremhæves:

- Et lavere v/c-forhold, end det der svarer til den nødvendige minimale styrke, vil betyde, at der opnås en hurtigere udtørring af konstruktionen.
- Luftindblanding vil ligeledes have en positiv effekt på udtørringshastigheden.

Valg af slidlagsbeton/mørtel

Slidlagsbeton/mørtel bør bestilles efter styrke. Såfremt man selv ønsker at fremstille slidlagsbeton/mørtel, kan de i skema 7.2 angivne blandingsforhold anvendes. Grusmaterialet skal sammensættes så groft som muligt med en maksimal kornstørrelse på op til 1/3 af slidlagets tykkelse. Vælges et for finkornet materiale, kræver det en urimelig stor vandtilsætning for opnåelse af en bearbejdelig mørtel. Alle cementtyper kan anvendes, og der kan evt. også indgå flyveaske/mikrosilica i mørtlen.

Kornkurven sammensættes efter figur 7.3 og konsistensen skal være tilpasset bearbejdningsmetoden.



Kontrolrum på fabriksbetonværk, hvor betonens delmaterialer sammensættes og kvaliteten overvåges.

UDSTØBNING AF BETON

Transportforhold og udlægning

Arbejdsproceduren ved leverancer af fabriksbeton skal planlægges, herunder om fremføring skal ske med eller uden anvendelse af betonpumpe, bånd eller med fordeler på støbestedet.

Ved brug af mindre transportudstyr skal transportbroer monteres, så armering og isolering ikke beskadiges. Transporten skal indrettes, så betonen kan fordeles jævnt over støbefronten. Ved udlægning må

Komprimering og afretning

Enkeltlagsbeton

Ved mindre gulvarealer kan anvendes en enkelt bjælkevibrator, som også danner afretterplanke. Vibratorbjælken føres under let pres frem på overfladen med en hastighed der er tilpasset konsistens og tykkelse. Komprimeringsdybden for dette udstyr er ca. 60 mm ved en konsistens mellem 30 - 120 mm. Overskud af materialer foran bjælkevibratoren fjernes jævnlige.



Udstøbning af betonplade med en laserstyret afretnings- og vibratormaskine.

komprimeringsudstyret ikke benyttes som transport- og fordelingsudstyr.

Betonen udlægges jævnt med en overhøjde tilpasset konsistens og tykkelse. Ved eventuel ventetid på fabriksbeton til afsluttende toplag, skal den underliggende overflade tildækkes med plastfolie eller presening.

Ved større arealer kan anvendes enten en dobbelt bjælkevibrator eller en luftdrevne bjælkevibrator. Hastigheden tilpasses således, at man undgår dels vandudskillelse, som er typisk ved for lille hastighed og dels det såkaldte slæb i overfladen, som fremkommer ved for stor hastighed. Alternativt anvendes en laserstyret afretnings- og vibrationsmaskine, en såkaldt Laser-screed®. Komprimeringsdybden er 150 mm for den dobbelte bjælkevibrator ved en konsistens mellem 60-160 mm og op til 350 mm for den luftdrevne ved en

konsistens på maksimalt 100 mm. For den dobbelte bjælkevibrator gælder, at der for pladedykkelser større end 100 mm skal anvendes stavvibrator langs alle fuger og kantbegrænsninger.

Tolagsbeton

Underbeton. Ved udlægning af underbeton skal der, hvor der er dobbeltliggende armeringsnet, armering i top og bund, vælges stavvibrator for at sikre, at betonen omhyller armeringsnettet. Ved uarmet beton anvendes pladevibrator suppleret med stavvibrator langs kantbegrænsninger. Overfladeniveauet skal være ensartet (± 10 mm). God vedhæftning til toplaget kan sikres ved en „rukostet“ overflade. Eventuelt slam fjernes med gummiskrabber inden kostning.

Toplagsbeton. Toplaget bør udlægges umiddelbart efter komprimering af underbetonen, dvs. „vådt i vådt“. Er dette ikke muligt skal der udføres en svumning af overfladen før toplagets udlægning. Svumning kan undgås, såfremt tidsintervallet mellem de to støbninger højst er 18-24 timer, forudsat omgivelsernes temperatur højst er 5-10°C. For yderligere information herom, se „Fra CtO's arbejdsmark“ 10/35/1991. Er en svumning nødvendig, anvendes en tyktflydende cementmørtel i vægtblandingsforholdet 1:1.

Vakuumkomprimering.

Ved vakuumbehandling udsættes den friske beton for et overtryk, så en del af vandet presses ud af betonen og ledes bort. En detaljeret behandling er givet i Beton-Teknik 6/06/1977 „Vakuumbeton“.



Udstøbning af gulvkonstruktion og efterfølgende afretning og komprimering med luftdrevne bjælkevibrator..



Den luftdrevne bjælkevibrator kan med fordel anvendes ved store arealer. Komprimeringsdybden er op til 350 mm ved en konsistens på maksimalt 100 mm.



Afretning og komprimering med dobbelt bjælkevibrator. Komprimeringsdybden er 150 mm ved en konsistens på 60-160 mm.

OVERFLADEFÆRDIGGØRELSE

Overfladens behandling afhænger dels af krav til udseendet og dels af krav til gulvets anvendelse. Det kan eksempelvis være en almindelig afreven overflade til underlag for belægninger såsom tæpper, vinyl og lignende eller det kan være en glittet overflade.

Afrettet overflade

Ved afretning med almindelig retskede, afretterplanke eller vibratorbjælke skal disse hvile direkte på lederen eller feltforskallingen, således at overfladen kommer i rigtigt niveau. Det betyder, at der ikke må være beton eller mørtelrester på lederoverfladen. Hvis der opstår områder, som ikke er fyldt ud til færdigt overfladeplan, skal disse straks udfyldes med den anvendte cementmørtel eller beton, og afretningen gentages. Ved vibrering kan der under uheldige omstændigheder have dannet sig et slamlag på overfladen. Det er fremkommet som følge af vandudskillelse, og det store vandindhold giver ringe styrke. Overfladen skal lades i ro i ca. 30 minutter, og slamhinden fjernes. Afkostede overflader udføres undertiden for at opnå en vis skridsikkerhed. De kan også udføres for at give et efterfølgende slidlag god vedhæftning. Afkostningen udføres med en stiv kost, som efterlader en rillet struktur. Kostningen udføres først på det tidspunkt, hvor rillerne ikke løber sammen. Inden udførelse af rillestrukturen er det vigtigt at fjerne eventuelt slam med gummiskrabere.

Afrevet overflade

Afrivning af overfladen udføres på mindre arealer med pudsebræt. Manuel afrivning udføres, hvor der ikke stilles store krav til overfladens glathed, eller hvor der skal pålægges yderligere en belægning. På store arealer anvendes enkelt- eller dobbelt glittemaskiner,

hvorpå man monterer planeringsplader. Ved mindre arealer anvendes kun enkeltglittemaskine. Den maskinelle afrivning udføres tidligst ca. 2 -3 timer efter afretningen. Såfremt enkelte „helligdage“ opstår, udfyldes disse med cementmørtel og afrivning gentages.

Glittet overflade

Håndglittet overflade

Glitning udføres, hvor der kræves en hel glat og jævn overflade.

Håndglitning udføres med stålværktøj. Almindeligt stålglittebræt benyttes til de plane overflader og vinkelglittebræt til fugekanter samt hulkeljern til færdiggørelse af halvcirkulære overgange mellem væg og gulv.

Maskinglittet overflade

Maskinglitning af gulve benyttes på store arealer. Glittemaskiner findes i to udgaver enkelte og dobbelte med hhv. planeringsplader og vinger.

Fra afrivningen er afsluttet, og til glitningen kan påbegyndes, hengår der normalt de i skema 9.1 anførte timer. De friske betonoverflader kan ikke bære egen vægten af glittemaskinen. Den kan synke en anelse ned i betonen, og ved start af maskinen kan vinger



Glitning af gulv med dobbelt vingeglitter. Afdækning i form af plastfolie udlægges umiddelbart efter at glitningen er afsluttet.

eller glitteplader ødelægge den nyligt klargjorte overflade. Ved vakuumbehandlede gulve skal glitningen normalt påbegyndes 1-2 timer tidligere end ved almindelig blødstøbning.

Overfladen skal være plan inden glitningen påbegyndes, og lunger skal være rettet op. Benytter man maskinen til at lukke en lunke med ved at slæbe mørtel sammen fra tilstødende områder, arbejdes der luftansamlinger ned under betonoverfladen.

I skema 9.1 er de vejledende terminer for afrivning og glitning vist.

Afskalninger af overfladen

I de senere år er der konstateret en del skader, hvor betonbelægningen punktvis skaller af i de øverste overfladelag. Årsagen til disse skader kan henføres til det forhold, at betonoverfladen på et tidligt tidspunkt lukkes af et tæt overfladelag. Luft og vand, der i forbindelse med glitteprocessen stiger op i overfladen, kan ikke undslippe til atmosfæren, men bliver derimod tilbageholdt i de øverste lag af betongulvet. Dette forhold bevirker vedhæftningsbrud, hvorved gulvet lagdeles.

Temperatur	Afrivning timer efter afretning	Glitning timer efter afrivning
5°C	3 - 5	5 - 6
15°C	2 - 3	3 - 4

Skema 9.1. Terminer i timer for henholdsvis afrivning og glitning.

Flere forhold har indflydelse på denne problematik som anført i det følgende:

Betonsammensætningen:

- Stor mængde finstof, her tænkes specielt på iblanding af mikrosilica, flyveaske samt den valgte cementtype.
- For højt og varierende sætmål.
- For stor mængde indblandet luft.
- U hensigtsmæssig kornstørrelsesfordeling på tilslaget (f.eks. partikelspring) samt urene tilslag.

Arbejdsudførelsen:

- For hurtig udtørring/afbinding i overfladen i forhold til den underliggende beton. Blæsevejr og manglende afdækning.
- Ingen eller ringe afbinding af betonen under et overfladelag, der er så hårdt, at gulvet vurderes at være klar til glitning. Arbejdet er ofte udført i for koldt vejr.
- For kraftig eller for langvarig glitning. Glitningen kan ligeledes være udført på for sent et tidspunkt.
- Forkert valg af glitteudstyr eller forkert indstilling af det valgte glitteudstyr. Glitemaskinens vinger har været indstillet for stejlt.



Glitning af gulv med almindelig enkelt glitemaskine monteret med planeringsplade.

UDFØRELSE AF SLIDLAG OG AFRETNINGSLAG

Betonunderlaget

Underbetonen skal kunne fastholde slidlaget eller afretningslaget og bør derfor have en styrkeklasse svarende til mindst 20 MN/m². Ved renoveringsopgaver bør underbetonens overfladestyrke bestemmes ved pålimning og aftrækning af stålroundeller. I skema 10.1 ses vejledende styrkekrav (sammenhængsstyrke) på betonunderlaget. Ved andre underlag, f.eks. letklinkerbeton, henvises til leverandørens anvisninger mht. materialevalg og udførelse.

Den friske underbeton skal afrettes til en planhed og i en højde, således der kan opnås ensartet lagtykkelse af slidlaget f.eks. med en tolerance på ± 5 mm ved en lagtykkelse mindre end eller lig med 30 mm.

Den friske overflade skal gives en ru struktur ved afbørstning med kost på et så sent tidspunkt, at kosterillerne i overfladen ikke løber sammen, det vil normalt sige efter ca. 1 time. Inden afbørstningen skal evt. cementslam fjernes fra overfladen.

Rensning og rengøring af underlaget

Betonens overflade skal om nødvendigt behandles således, at der sikres god vedhæftning til slidlaget.

Klargøring af overfladen

Behandlingen kan enten være en rengøring alene, for at fjerne den forurening gulvet normalt er udsat for under et byggeri, eller en kombination af en rengøring og rensning/rugøring af betonunderlaget. Hvilken metode der anvendes afhænger af, kravet til vedhæftningen mellem slidlaget/afretningslaget og betonunderlaget samt af forureningens art (se Byg-Erfa 910611 „Flydemørtelgulve udfaldskrav“). Curing-membraner og rester af disse skal fjernes, såfremt materialeleverandøren ikke kan dokumentere andet.

Fremgangsmåden kan afhængig af overfladens beskaffenhed og udfaldskravet til det færdige gulv være følgende:

1. Eksisterende underbeton ryddes og fejes omhyggeligt.
Overfladen ryddes og fejes, således at en visuel bedømmelse bliver mulig. Det er vigtigt, at samtlige arealer (rum, lokaler), som skal vurderes, er totalt ryddet.

Efter en bedømmelse af overfladen for svage overfladelag og lignende samt evt. udbedring, støvsuges overfladen grundigt med en effektiv industristøvsuger, hvis sugeseffekt kontrolleres. Afsmitningsprøve med sort bomuldsklud kan benyttes.

2. Underbetonens beskaffenhed vurderes for slam-lag og forurening af overfladen.
Svage overfladelag registreres for senere fjernelse. Oliespild registreres for senere fjernelse.
Vurderingen af overfladen kan foretages ved anvendelse af skruetrækker og hobbykniv.
3. Underbetonens overflade udbedres.
Inden den egentlige afrensning af betonoverfladen, borthugges og udbedres arealer med forurening samt større, svage områder.
Glatte overflader rugøres med en let sandblæsning.
4. Rensning af betonoverflader kan ske ved forskellige rensemetoder, som angivet på næste side

I skema 10.2 er angivet rensemetoder i afhængighed af gulvoverfladens beskaffenhed og overfladestruktur. I de fleste tilfælde vil det være nødvendigt med en kombination af to eller flere metoder.

Forbehandling - vanding og svumning

Forvanding. Det er vigtigt at forvandingen bliver udført korrekt, dvs. at betonunderlaget skal være fugtigt men stadig have en vis sugesevne. For meget forvanding vil resultere i en vandmætning, hvorved sugesevnen mistes, og resultatet bliver manglende vedhæftning. En anden uheldig indflydelse af for kraftig vanding er, at svummemørtlen spædes op med vand. Herved øges vand/cement-forholdet og en kraftig styrkereduktion bliver følgen.

For lidt forvanding resulterer i, at betonunderlaget suger vand ud af svummemørtlen og den for hydratiseringsprocessen nødvendige vandmængde mistes. En kraftig sugning kan også resultere i, at de nederste mm. af slidlaget/afretningslaget mister så meget vand, at der kan opstå plastiske svindrevner.

Svumning. Underbetonen indkøstes umiddelbart før

Belastningsklasse	Sammenhængsstyrke efter 28 døgn-MN/m ²
A	1,0
B	1,5
C	2,0
D	2,5

Skema 10.1.
Vejledende styrkekrav for sammenhængsstyrker på betonunderlaget

Overflade beskaffenhed inden afrensning	Overfladestruktur	Rensemethode
Svage overfladelag (bl.a. løstsiddende slam og lign.)	Plan	* Diamantslibning med rondeller * Fræsning * Flammerrensning * Kemisk rensning * Højtryksspuling * Slyngrensning * Sandblæsning * Stålbørstning
	Ujævn	* Fræsning * Krydshamring * Flammerrensning * Slyngrensning * Sandblæsning * Stålbørstning
Løse beton- og mørtellag, mørtelspild m.v.	Plan	* Fræsning * Højtryksspuling * Afskrabning
	Ujævn	* Fræsning * Krydshamring
Fedt og/eller oliemættede lag	Plan/ujævn	* Flammerrensning * Kemisk rensning * Fræsning * Afhugning
Malinglag, malingsrester (forvitret maling)	Plan	* Diamantslibning med rondeller * Højtryksspuling * Flammerrensning * Slyngrensning * Sandblæsning
	Ujævn	* Flammerrensning * Slyngrensning * Sandblæsning
Curingmembraner	Plan/ujævn	* Hedvandsspuling * Sandblæsning * Diamantslibning

Skema 10.2. Rensemethoder i afhængighed af gulvoverfladens beskaffenhed og overfladestruktur. I de fleste tilfælde vil det være nødvendigt med en kombination af to eller flere metoder.

- Diamantslibning med rondeller kan udføres, hvor overfladen er plan. Arbejdet kan udføres næsten støvfrit med tilslutning til støvsuger.
- Fræsning, hvor overfladen bearbejdes med en betonfræser til varierende ruhed. Afhængig af den aktuelle overfladebeskaffenhed eller forureningens art, kan fræseren udstyres med hjul, der ikke ødelægger betonen unødvendigt. Metoden kombineres ofte med en slibning.
- Krydshamring foretages med en maskine, der bearbejder betonens overflade kraftigt med en slags mejsler af hårdmetal. Metoden er egnet til at fjerne uønskede og skadede overfladelag. Da der sker en knusning af betonen, skal løstsiddende betondele fjernes, f.eks. med oliefri trykluft, inden der pålægges et nyt betonlag.
- Vådsandblæsning under højt tryk ved hjælp af luft/kompressor og sandblæsningsudstyr med befugtet sand for at undgå støvgener.
- Slyngrensning med fint „stålsand“. Metoden er effektiv på store arealer, og den er støvfri.
- Højtryksspuling med koldt vand under højt tryk, regulerbart fra 0-180 bar eller 0-1000 bar og med eventuel sandtilsætning.
- Hedvandsspuling med varmt vand (30-80°C) under højt tryk ved hjælp af en hedvandsrenser (0-150 bar).
- Flammerrensning, rensning af betonoverfladen med ilt-acetylenflammer. Overfladen afsprænges under processen, hvorfor det er nødvendigt med en efterfølgende fræsning eller slibning og støvsugning.
- Kemisk rensning med kemiske rensmidler afhængig af overfladens beskaffenhed og forureningens art. Det er vigtigt, at gulvafløb spærres, og der udføres en grundig højtryksspuling bagefter.

udlægningen af slidlaget med en svummørtel, der udføres som en letflydende cementmørtel med et vægtblandingforhold på 1 del cement og 1 del fint sand, med en maksimal kornstørrelse på 2 mm. Hvor der anvendes afretningsledere til slidlaget, skal der svømmes under disse inden udlægningen. Før udlægningen af slidlaget må svummørtlen højst være tørret op, så den netop er mat i overfladen. Ved anvendelse af flydemørtel kan svumningen erstattes af en primer.

Opsætning af ledere

Som leder kan anvendes stålprofiler, der f.eks. fastspændes til underbetonen med bolte. Trælister, stål-rør, plast og betonledere kan også anvendes. Hvor der er tale om mindre arealer, kan der udlægges betonledere i en cementmørtel svarende til den til slidlaget anvendte.

Transportforhold

Tilførelsen af fabriksfremstillet slidlagsbeton/mørtel eller afretningsbeton/mørtel skal tilpasses efter forbruget. Opbevaringstiden på byggepladsen bør ikke overskride 1 time med mindre der er tilsat en retarder. Slidlagsbetonen/mørtlen skal under evt. opbevaring inden brug være tildækket med presenning eller plastfolie. Transporten af beton/mørtel til byggepladsen bør foregå således, at afblanding af perlesten (4-8 mm) i jordfugtig beton undgås.

Udlægning, komprimering og afretning

Udlægning. Mørtlen eller betonen udlægges jævnt med en overhøjde på ca. 30% over den udlagte leder.



Indkostning af svummørtel umiddelbart inden udlægning af slidlag.

Komprimering og afretning. Komprimeringsmetoden afhænger af lagets tykkelse og arealets størrelse. Ved små arealer og ved lag under 30 mm tykkelse anvendes håndstampning.

Ved store arealer og ved lag mellem 30 og 50 mm tykkelse anvendes pladevibrator med efterfølgende afretterplanke.

Ved lag over 50 mm tykkelse anvendes en bjælkevibrator, som også er afretterplanke. Hastigheden skal her være afhængig af konsistens og tykkelse. Overskydende beton/mørtel fjernes, og der må ikke være beton/mørtel hen over den anvendte leder. Under afretningen kan der dannes områder på overfladen, som ikke er fyldt ud til færdigt niveau. Disse områder udfyldes med den anvendte beton/mørtel, og afretning gentages. Forekommer der slam på den afrettede overflade, som følge af tendens til vandudskillelse, skal dette fjernes med en blød kost eller en gummiskraber.

Afrivning og glitning

Afrivning og glitning foregår som beskrevet i bilag 9.

Specielle slidlagsbetoner/mørtler

Slidlagets slidstyrke kan forbedres væsentligt ved at de traditionelle tilslagsmaterialer udskiftes helt eller delvist med korn, der har en særlig stor styrke. Kornene kan være:

- Korund
- Karborundum
- Jernstykker
- Kvartskorn

Kornene har forskellige egenskaber, eksempelvis kan anføres, at korund og karborundum har en større slidstyrke end kvarts. Slidlag, der indeholder nævnte korntyper benævnes hårdbetoner.

Specielle overflader kan udføres på en af følgende måder.

- Udlægning „vådt i vådt“ af ét lag hårdbeton på en underbeton. Underbetonen kan være vakuumbehandlet.
- Udlægning af et lag hårdbeton på en hærdnet underbeton.
- Påstrøning med håndkraft eller med specialværktøj på en netop afrettet eller grovglittet overflade. Kornene bearbejdes ned i overfladen ved hjælp af glittemaskine.

Det skal tilføjes, at slidstyrken også kan forbedres ved indblanding af en polymer.

UDTØRRINGSBESKYTTELSE AF BETONEN

For at opnå en god og ensartet kvalitet af gulvet, er det vigtigt at beskytte betonen. Betonen skal beskyttes mod udtørring, således at der ikke fremkommer revnedannelser, som følge af plastisk svind og udtørringssvind og således, at den fornødne vandmængde til cementens hydratisering er til stede.

Det betyder, at beskyttelsen skal etableres midlertidigt inden afretning og glitning foretages og derefter genetableres.

Med mindre andet eftervises at være forsvarligt, skal beskyttelsen mod udtørring opretholdes indtil 7 modenhedsdøgn er opnået.



Umiddelbart efter udstøbning beskyttes betonen ved påsprøjtning af en hvidpigmenteret curingmembran.

Basisbetonbeskrivelsen (BBB) angiver retningslinier for sådanne beskyttelsesforanstaltninger. Disse retningslinier er indbygget i rutediagrammet.

Overfladen skal så hurtigt som muligt efter betonens udlægning og færdiggørelse beskyttes mod udtørring. Med mindre andet eftervises skal beskyttelsen være etableret inden der er fordampet de i BBB angivne vandmængder fra overfladen. Se skema 11.1. Disse vandmængder gælder for en lagtykkelse ≥ 20 cm. For mindre tykkelser skal vandmængden reduceres proportionalt med tykkelsen. Såfremt der ikke er dokumentation for, at de i skema 11.1 angivne krav opfyldes, skal beskyttelse af overfladen være etableret inden for de i BBB (skema 9) anførte tidsrum fra udstøbningstidspunktet.

(7 modenhedsdøgn ved 20°C svarer til 14 almindelige døgn ved 10°C).

Den krævede udtørringsbeskyttelse kan etableres med damp-tætte membraner f.eks. af plastfolie. Det

Betonens indhold, X, af FA+MS i vægt-% af C+FA+MS	Betonens indhold, Y, af MS i vægt-% af C+FA+MS	Max.fordampet vandmængde fra overflade
X > 15%	Y > 5%	1,5 kg/m ²
15% \geq X > 5%	5% \geq Y > 0%	3,0 kg/m ²
5% \geq X	Y = 0%	6,0 kg/m ²

Skema 11.1. Krav til max. vandfordampning før udtørringsbeskyttelse [19]. FA=flyveaske, MS=mikrosilica, C=cement.

skal sikres at samlinger/overlapninger i membranen er tætte. Plastfolien kan med fordel udlægges på et skelet af lægter. Herved undgås overfladeskader i den friske beton.

Et døgn efter udlægningen fjernes plastfolien, og der vandes med efterfølgende udlægning af plastfolien direkte på gulvoverfladen. Plastfolien skal sikres således, at færdsel ikke ødelægger den.

Hvor den endelige farve af gulvoverfladen er afgørende, bør der ikke anvendes plastfolie, da kondens på undersiden kan medføre uens farve og senere give anledning til udblomstringer.

En anden metode kan være påsprøjtning af et forseglingsmiddel, en curingmembran. Membraner bør påføres umiddelbart efter støbningen og efter de enkelte arbejdsoperationer, dog ikke tidligere end at blank vand er fordampet. For at sikre imod såkaldte „helligdage“ i forseglingen, kan disse membraner f.eks. indeholde et hvidt pigment, som afslører manglende forsegling. Hvis gulvet senere skal have en belægning af f.eks. klinker, fliser eller vinyl, må der kun anvendes forseglingsmidler, der ikke senere kan medføre vedhæftningssvigt. Dette bør i hvert enkelt tilfælde kontrolleres hos leverandøren. Såfremt dette ikke kan dokumenteres, skal hinden fjernes f.eks. ved en sandblæsning, således den ikke giver anledning til dårlig vedhæftning mellem betonoverfladen og den efterfølgende belægning.



Udstøbning med trykluftdrevne bjælkevibrator. Den rette mængde beton foran vibratoren sikrer et optimalt resultat. Se bilag 8.

Beskyttelse af betonen med plastfolie efter at overfladen er blevet vandet.



PLANLÆGNING VED OVERFLADEBEHANDLING/BELÆGNING

Allerede ved projekteringen af gulvkonstruktionen skal der tages højde for, om gulvet senere skal overfladebehandles eller forsynes med en belægning. Årsagen er, at de forskellige produkter, der kan komme på tale f.eks. epoxy, polyurethan, linoleum, vinyl etc. har meget forskellige egenskaber og dermed også stiller forskellige krav til bl.a.:

- Den konstruktive opbygning af gulvkonstruktionen.
Ved anvendelse af fugtfølsomme belægninger og lime i terrændækskonstruktioner bør der som hovedregel indlægges en dampbremse i gulvkonstruktionen.
Der henvises i øvrigt til SBI-anvisning nr 178: BYGNINGERS FUGTISOLERING 1993, samt bilag 2.
- Betongulvets overfladestyrke (sammenhængsstyrke).

For visse fugtbremsende specialmembraner stilles der større krav til overfladestyrken end de i skema 10.1 (bilag 10) anførte.

- Fugtindholdet i betonen/gulvkonstruktionen.
Betonen skal være udtørret til en porefugtighed som angivet i skema 12.1 på udlægningstidspunktet for belægningen. Ligeledes må der ikke efterfølgende tilføres fugt til belægningen ud over de i skema 12.1 anførte fugtprocenter.
Til vurdering af fugtindhold ved udlægning samt udtørrestid kan benyttes Beton-Bogens tabel 3.4-4 „Udtørrestider for betongulve“ samt [37].
- Planheden af betonoverfladen.

Reaktive tilslagsmaterialer, højalkaliske cementtyper. Ved anvendelse af højalkaliske cementtyper og reaktive tilslagsmaterialer, hvilket kan forekomme i passiv miljøklasse, bør der ved propor-

Måling af den relative fugtighedsprocent i gulvkonstruktion.



tioneringen af betonen tages højde for, at betonen skal være udtørret til en porefugtighed på max. 80% RF målt i temperaturintervallet 17-25°C. Såvel ved udlægning af belægningen som efterfølgende er det vigtigt, at der ikke tilføres fugt til betonen, idet der ellers vil være risiko for alkalikiselreaktioner i betonen og deraf følgende afsprængning af gulvoverfladen. Se endvidere bilag 7.

Fræsning af en ujævn gulvoverflade fjerner svage og løstsiddende overfladelag. Se bilag 10.



Krydshamring af betonoverfladen er velegnet til at fjerne uønskede og skadede overfladelag. Se bilag 10.



Belægningstype	Maksimal tilladelig Relativ fugtighedsprocent
PVC kvartsvinylflise Nålefilt Tæpper med latexbagside	90% RF
Linoleum PVC, homogen (svejsbar) PVC med skumbagside PVC med vævbagside PVC-fliser Tæpper med PVC-bagside Korkment Kork, natur Kork med PVC-bagside Gummi	85% RF
Træ	Min. 35, maks. 60% RF
Epoxy Polyuretan Akryl	Normalt 90% RF*

Skema 12.1. Krav til RF i underlaget før belægningsarbejdets udførelse.

Målingerne sammenlignes med kravene i skemaet. Der må kun måles ved temperaturer mellem 17°C og 25°C. Hvis resultatet af en RF-måling overstiger den i skemaet gældende værdi, skal gulvet udtørres yderligere indtil kravet er opfyldt.

I specielle situationer kan man forvente en højere eller lavere brugstemperatur end 17°C-25°C, f.eks. i stærkt solbestrålede områder, eller i kølerum og lignende. I disse tilfælde bør RF-målingen foretages på ophuggede betonstykker ved den forventede brugstemperatur.

Hvis bygherren eller dennes rådgiver forventer, at temperaturen ved gulvet i brugstiden ligger udenfor 17°C-25°C, skal denne forlange separat fugtmåling foretaget ved den forventede brugstemperatur.

**Se leverandørens datablade vedr. evt. krav til tilladelig maksimal fugtprocent efter udlægning af belægning.*

SKÆRING AF FUGER

Den oftest anvendte metode til feltopdeling af et betongulv er skæring af fuger med diamantskæremaskine. Det rette tidspunkt for skæringen er afhængig af flere forhold:

- Vedhæftningsstyrken mellem stenfraktion og cementmørtel skal være så høj, at der ikke sker vedhæftningsbrud (brud mellem stenoverflader og omliggende cementmørtel).
- Temperaturforhold, og herunder opnået styrkeniveau.
- Stentypen, herunder indholdet af flintsten, om de er afrundede eller nedknust, samt om der

udelukkende anvendes granitskærvematerialer.

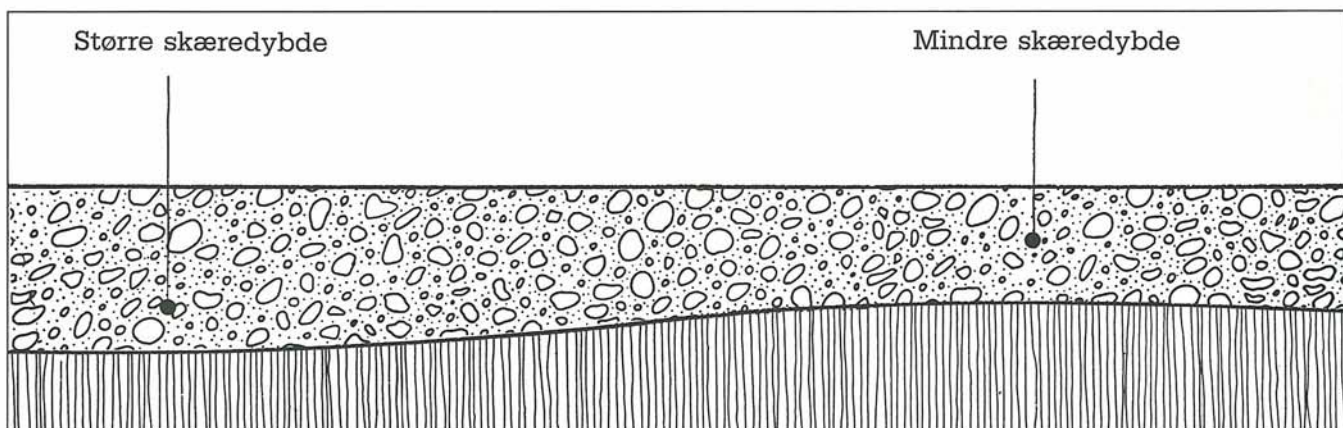
Et nøjagtigt tidspunkt for skæringen er vanskelig at angive, men nogle vejledende tidspunkter er vist i skema 13.1 afhængig af temperaturen.

Ved brug af specielle skæremaskiner, Soff-Cut®, angiver leverandøren skæringstidspunkter afhængige af temperaturerne, som følger:

- Ved høje temperaturer $> 20^{\circ}\text{C}$, skal skæringen være tilendebragt senest 2 timer efter glitningen.
- Ved temperaturer $> 10^{\circ}\text{C}$ udføres skæringen 2-4 timer efter glitningen.



Skæring af fuger med Soff-Cut® maskine



Figur 13.1. Den minimale skæredybde afhænger af planheden på såvel bærelaget som på den færdige overflade.

- Ved lave temperaturer $< 10^{\circ}\text{C}$ udføres skæringen 6-8 timer efter glitningen.

Der skal skæres så dybt, at det sikres, at betonen revner i skærelinien. På grund af variationer i plade-tykkelsen (afhængig af planhed af både bærelag og færdig overflade) anbefales det normalt at skæredybden skal være $1/4$ til $1/3$ af pladens tykkelse.

Informationsmaterialet for de ovenfor nævnte Soff-Cut® skæremaskiner angiver en mindre skæredybde. Dokumentation for forsvarligheden heraf bør foreligge, såfremt disse maskiner påtænkes anvendt.

For at mindske risikoen for knusning af fugekanterne, bør skærebredden ved kontraktionsfuger være så lille som muligt. En skærebredde på 2,5 mm bør foretrækkes.



Skæring af fuger med diamantskæremaskine.

Temperatur	Skæring efter antal timer
$< 5^{\circ}\text{C}$	36
$5-15^{\circ}\text{C}$	24
$> 15^{\circ}\text{C}$	12

Skema 13.1. Vejledende tidspunkter for skæring.

Udlægning, afretning og komprimering med en laserstyret maskine - Laserscreed®. Det forudsætter, at der tilsættes stålfiber til betonen. Se bilag 5 og 8.



Fugning

Til fugning af betongulve findes forskellige fugemassetyper. Disse inddeles i henhold til ISO 11600 i klasser på baggrund af deres evne til at optage fug bevægelser udtrykt i talmæssige størrelser. Se endvidere [32].

Inddeling af fugemasser

Der skelnes mellem højelastiske, elastiske og plastiske egenskaber hos fugemasserne. En fuldstændig elastisk fugemasse vil efter deformation gå tilbage til sin oprindelige form. En fuldstændig plastisk fugemasse vil derimod søge at beholde den form, den har fået ved deformationen.

Der er kun få fugemasser, der kan henføres til de ovenfor nævnte yderområder. En siliconfugemasse vil dog efter hærdning kunne betragtes som fuldstændig elastisk. De fleste fugemasser har en kombination af elastiske og plastiske egenskaber, hvilket specielt gælder de såkaldte elastoplastiske og plastoelastiske fugemasser.

I henhold til ISO 1160 inddeles fugemasserne i 5 klasser vist i skema 14.1. Klasserne 25 (højelastiske) og 20 (elastiske) er yderligere underinddelt efter fugemassens elasticitetsmodul, idet lav E-modul betegnes LM og høj E-modul HM. En fugemasse betegnet 25 LM er således en fugemasse, der kan optage en forlængelse på 25% af fugebredden og som giver minimalt træk i fugefladerne.

Både elastiske og plastiske fugemasser har ved indbygningen en pastaagtig konsistens, der ændres, efter at hærdningen er overstået. Det er derfor fugemassens egenskab efter indbygning og hærdning, der er afgørende for, hvilken klasse den skal henregnes til.

Valg af fugemassetype

Valg af fugemassetype bør foretages på baggrund af de påvirkninger, fugen udsættes for, herunder de maksimale bevægelser, der kan forekomme i fugen, samt den ydre mekaniske belastning, som fugen udsættes for. Udsættes fugen også for kemisk belastning, f.eks. i form af rengøringsmidler, syre- eller olie- og brændstofpåvirkning, bør dette ligeledes iagttages ved valg af fugetype. Nedenfor er anført en række forhold, der vil være relevante for valg af fugemassetype ved de fleste betongulve.

- Tilstrækkelig elasticitet til at fugemassen kan optage de bevægelser (udvidelse og sammentrykning), som forekommer i betonpladen. Bevægelserne kan være fremkaldt af temperaturforskelle og af betonens svind. Ud fra beregnede bevægelser og de bevægelser fugemassen kan tåle, fastlægges fugebredden. Beregningseksempler på ovenstående er vist i [32]. Det skal sikres, at fugen ikke slår fra som følge af ovennævnte bevægelser.
- Modstandsdygtighed overfor kemiske angreb.
- Rengøringsvenlighed.
- Tilstrækkelig styrke til at sidestøtte fugekanterne ved hårdt belastede gulve (f.eks. kørsel med truck).
- Den hærdnede fuge skal have en lang levetid.

Da næppe nogen fugemasser kan leve op til alle de stillede krav, må der tages stilling til hvilke, der er vigtigste i det aktuelle tilfælde. Eksempelvis kan nævnes, at såfremt kravet er, at fugemassen skal kunne optage bevægelser, dvs. være elastisk, kan der ikke samtidigt opnås en god sidestøtte af fugekanterne. En måde at komme ud af dette problem på kan være at vente med at fuge, til det meste af svindet er overstået, og så anvende en fugemasse, der giver god sidestøtte.

Udførelse af fugearbejdet

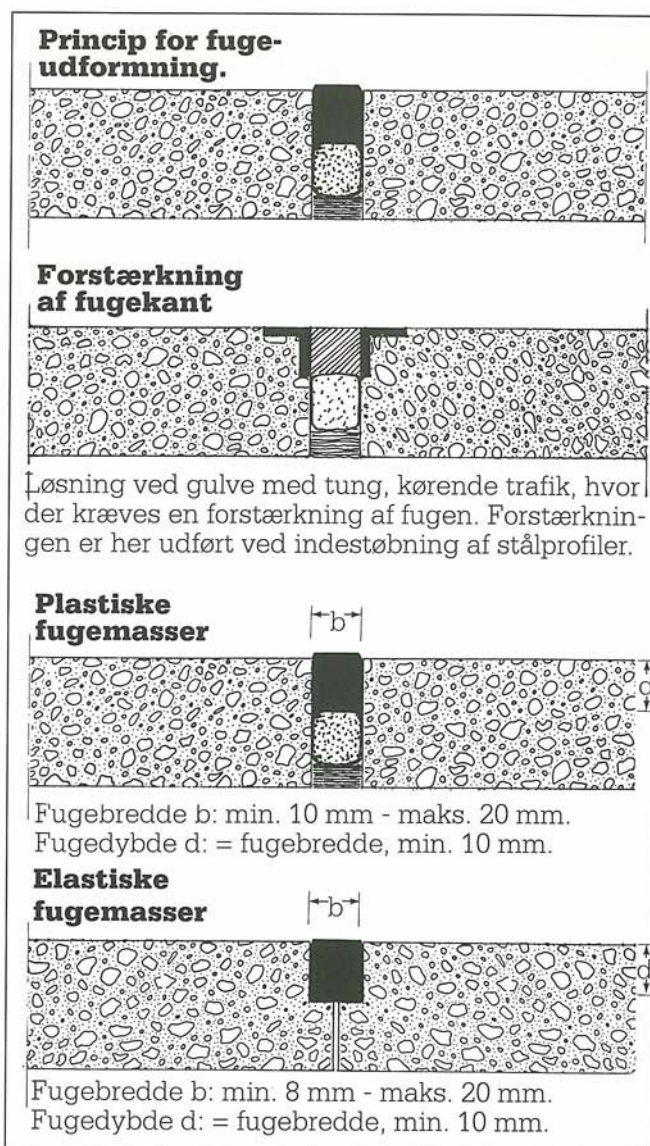
Under fugearbejdet skal der tages hensyn til de aktuelle temperaturforhold på netop det tidspunkt, hvor arbejdet udføres, idet fugebredden som følge heraf kan afvige væsentligt fra den projekterede fugebredde. Udføres fugningen f.eks. om sommeren ved temperaturer, der er højere, end når bygningen er taget i brug, vil såvel temperaturforhold som det senere svind bevirke, at fugebredden efterfølgende bliver større. Såfremt der ikke tages højde for denne problemstilling ved arbejdet, vil det afstedkomme afvigelser i den nødvendige fugemasse mængde, der kan være årsag til senere ødelæggelse af fugen. Ved fugearbejdets udførelse skal følgende generelle forhold iagttages:

- For at opnå god vedhæftning, skal fugesiderne være rene, tørre og fri for olie, fedt og løse partikler. Dette opnås om nødvendigt ved slibning og støvsugning.

- Generelt gælder, at der skal anvendes en grunder på fugefladerne.
Valget af grunder bør i de enkelte tilfælde aftales med leverandøren.
- Inden fugemassen påføres, presses om nødvendigt en bagstopning af et ikke absorberende materiale ned i bunden af fugen. Ofte anvendes en polyurethanskum eller en EPDM-cellegummi, som presses ned.
- Den påførte grunder på fugefladerne skal være „fingertør“, hvilket vil sige, at den ikke klæber til huden. Dette kan normalt vurderes fra den overskudsgrunder, der sædvanligvis ligger på gulvoverfladen.
- Fugemassen skal presses på plads, således at der opnås god vedhæftning til kontaktfladerne. Fugemassen skal være let at anbringe og må hverken være for tykt- eller for tyndtflydende. Konsistensen afhænger af temperaturen på fugemassen.
- Afsluttende foretages en glitning af fugemassen for at opnå:
 - at fugen udfyldes helt, og luftlommer fjernes,
 - at vedhæftningen til kontaktfladerne forbedres,
 - at overfladen på fugemassen fremtræder glat og pæn.

Eksempler på fugeutformninger i gulvkonstruktioner er vist på figur 14.1.

For en uddybning af ovenstående henvises til [32].



Figur 14.1. Eksempler på udformning af fuger afhængigt af fugemassetypen.

Fuger bør altid udføres, således at fugemassen ikke synker ned. Om nødvendigt udføres bagstopning. Ved tung, kørende trafik, skal fugerne i kørselsarealerne forstærkes f.eks. som vist ved indestøbning af profiljern.

Klasse iht. ISO 11600	Kan maksimalt optage bevægelser i % af den minimale fugebredde på	Navn på klasse	Fremherskende egenskab: Elastisk eller plastisk?
25	25	Højelastisk	Elastisk
20	20	Elastisk	Elastisk
12,5 E	12,5	Overvejende elastisk	Elastisk
12,5 P	12,5	Overvejende plastisk	Plastisk
7,5	7,5	Plastisk	Plastisk

Skema 14.1. Inddeling af fugemasser

Kvalitetsstyring

Kvalitetsstyring i forbindelse med udførelsen af et gulvkonstruktioner kan være afledt af et bygherrekrav, projektkrav, og/eller, at entreprenøren selv ønsker at gennemføre en kvalitetsstyring af sit arbejde.

Formålet med kvalitetsstyring er at forebygge afvigelser fra projektet og sikre, at bygherren får den aftalte kvalitet.

Entreprenørens kvalitetsstyring bør omfatte følgende aktiviteter:

Procesgranskning og projektgennemgangsmøder

Projektgranskningen skal som minimum sikre, at hele tegnings- og beskrivelsesmaterialet er modtaget. Endvidere om entreprenøren har behov for specielle arbejdstegninger af f.eks. armeringsplacering og fugeudformninger/løsninger.

Projektgennemgangsmødet skal sikre, at eventuelle uklarheder afklares, inden arbejdet igangsættes. F.eks. valg/udformning af kontrolmetoder, placering af armering, fugeudformninger etc.

Modtagekontrol

Modtagekontrollen skal sikre, at det er de rigtige materialer, der anvendes, og at materialernes beskaffenhed ved modtagelsen svarer til det forventede.

Proceskontrol

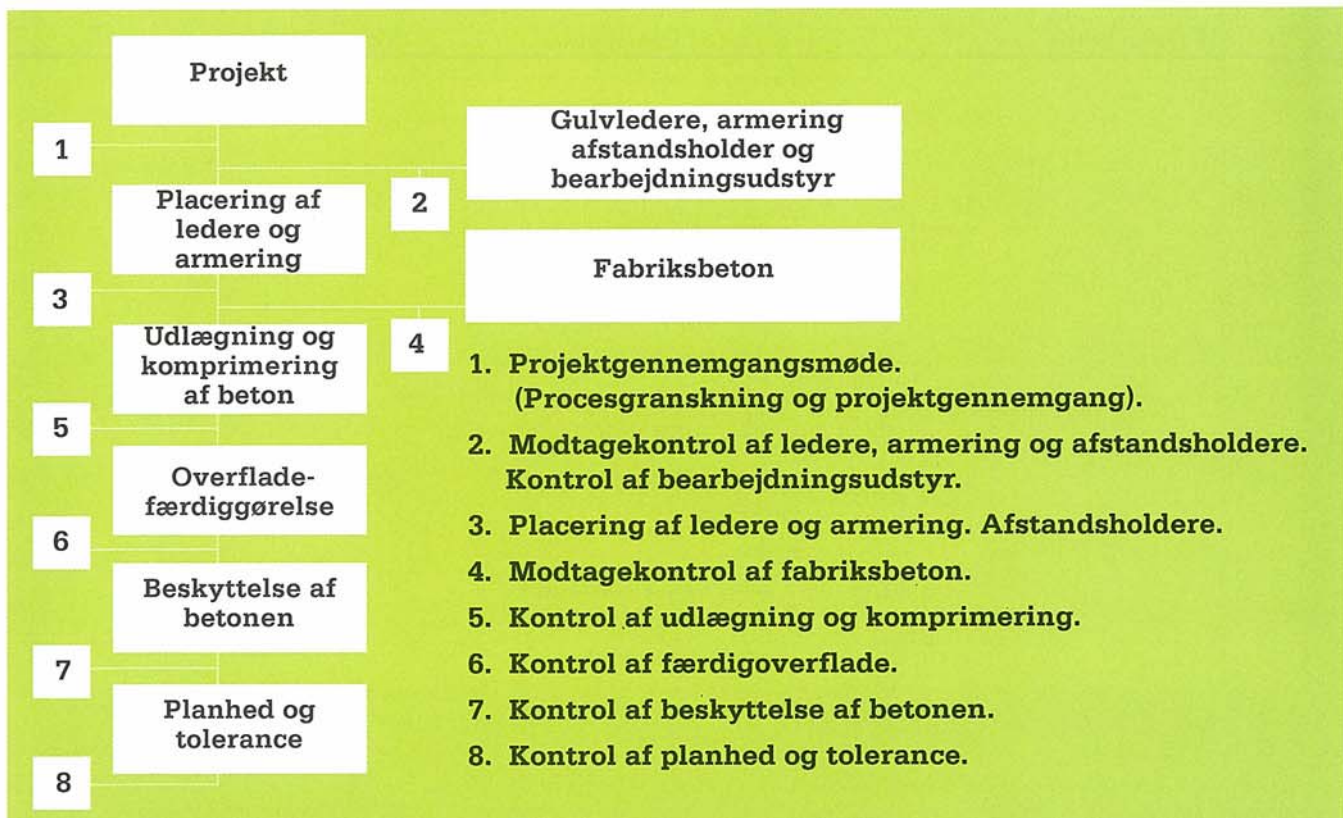
Proceskontrollen skal sikre, at arbejdsprocesserne udføres korrekt.

Slutkontrol

Slutkontrollen skal sikre, at modtage- og proceskontrollen har fungeret, og at der er dokumentation for, at kontrolafsnittet opfylder de stillede krav.

Kontrolplaner

Nedenfor er angivet eksempler på, hvorledes gulv-entreprenørens enkelte ydelser kan kontrolleres og dokumenteres for henholdsvis et etlagsbetongulv og for udlægning af slidlag på en underbeton. Krav om kontrol og dokumentation i udbudsmaterialet supplerer disse eksempler.



ETLAGSBETONGULV. Procesdiagrammet beskriver de enkelte deloperationer ved udstøbningen af gulvet samt angiver, hvor i processen kontrollen/inspektionen sættes ind.

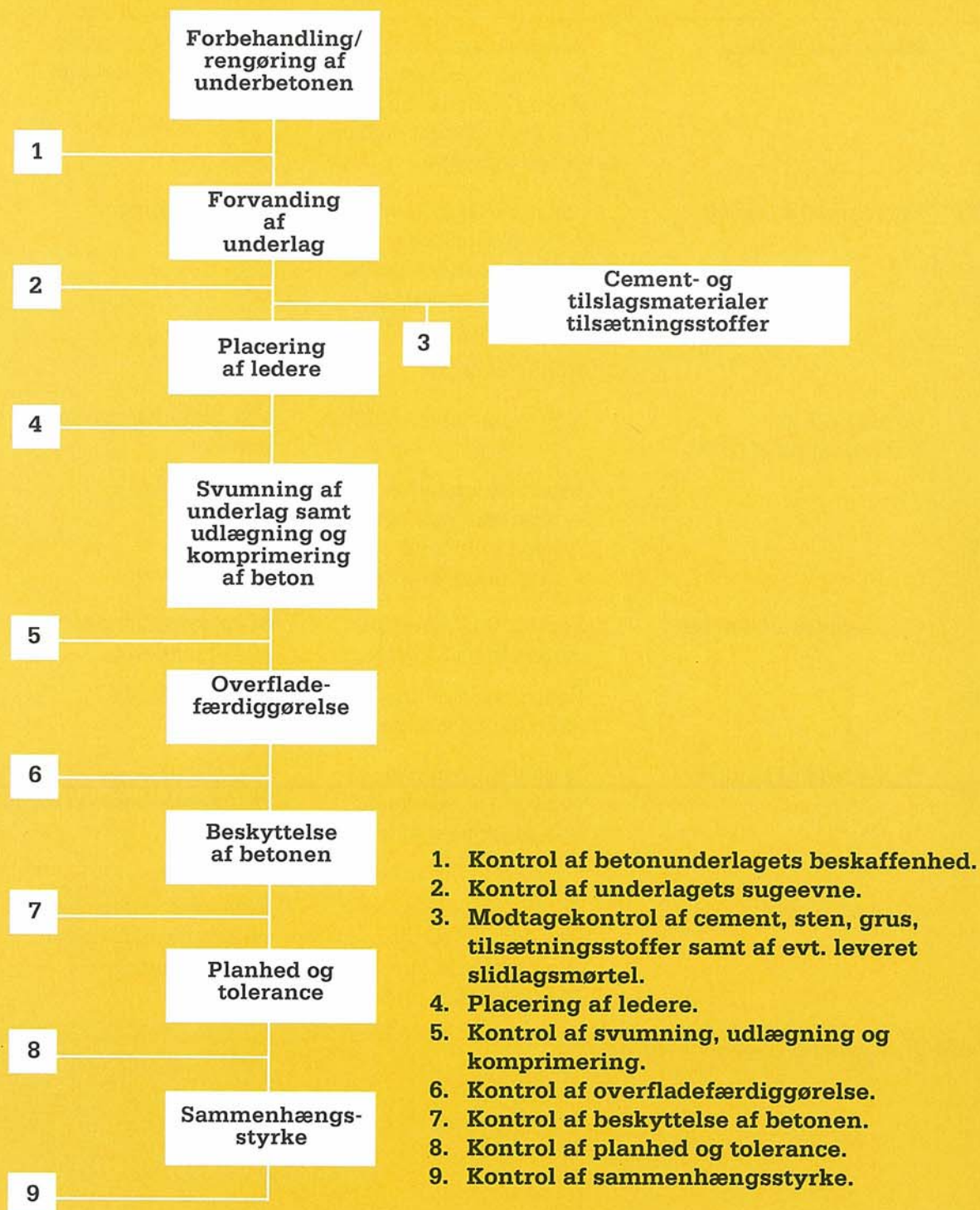
Etlagsbetongulv

Proceskontrol/udførelseskontrol

Pkt.	Kontrolobjekt	Kontrolmetode	Kontrolomfang
3	Placering af ledere	Nivellering af planhed og niveau på ledere og sikring af, at der opnås den rette afstand mellem understøtninger.	Stikprøvevis, omfang bør aftales på forhånd.
	Placering af armering	Visuel bedømmelse af, at der er tilstrækkelig med afstandsholdere til at sikre, at armering ikke hænger. Måling af højde.	Ved udlægning af armering.
5	Udlægning og komprimering af beton	Måling og registrering af: - overhøjde på beton Visuel bedømmelse af: - rette mængde beton foran vibratoren - fremføringshastighed	Ved opstart samt stikprøvevis. Stikprøvevis.
6	Overfladefærdiggørelse	Kontrol af planhed med retskinne på 2 eller 4 m. Registrering af tidspunkt for afrivning og glitning.	Stikprøvevis under hele støbeprocessen. Omfang aftales.
7	Beskyttelse af betonen	Registrering af tidspunkter for pålægning og aftagning af afdækningsmateriale.	Ved hver etablering af udtøringsbeskyttelse og fjernelse.
8	Planhed og tolerance	Kontrol af planhed og tolerancer med retskinne/nivellering. Metode aftales på forhånd.	Efter første støbeafsnit og stikprøvevis under arbejdets udførelse.

Punkterne refererer til procesdiagrammet.

Ovenstående bør dokumenteres i dertil hørende skemaer



SLIDLAG PÅ EN UNDERBETON. Procesdiagrammet beskriver de enkelte deloperationer ved udlægning af et slidlag på en underbeton samt angiver, hvor i processen kontrollen/inspektionen sættes ind.

Slidlag

Modtagekontrol/materialekontrol

Pkt.	Kontrolobjekt	Kontrolmetode	Kontrolomfang
3	Slidlagsbeton blandet på byggeplads	<p>Check af følgeseddel for: - cement, sand, sten og tilsætningsstoffer.</p> <p>For sidstnævnte checkes om brugsperioden er udløbet.</p> <p>Visuel bedømmelse af: Sand: Graduering og kornstørrelse. Sten: Type og max. stenstørrelse. Cement: Type.</p>	Ved hver leverance

Punkterne refererer til procesdiagrammet.

Ovenstående dokumenteres i dertil hørende skemaer.

Ved hver leverance af fabriksfremstillet beton/mørtel kontrolleres følgesedlen som anført i procesdiagrammerne.



Slidlag

Proceskontrol/udførelseskontrol

Pkt.	Kontrolobjekt	Kontrolmetode	Kontrolomfang
1	Forbehandling/rengøring af betonunderlag	<p>Visuel bedømmelse, suppleret med anvendelse af skruetrækker og kniv, af underlagets beskaffenhed (styrke og renhed).</p> <p>Aftræksmåling til bestemmelse af underbetonens sammenhængsstyrke/vedhæftning.</p> <p>F. eks. ved pålimning af min. 3 stk. stålroundeller, diameter 50 mm inden for et areal af 1 m².</p>	<p>Stikprøvevis.</p> <p>Pr. 200 m² gulvareal.</p>
2	Forvanding af betonunderlag	<p>Visuel bedømmelse af overfladens sugsevne.</p> <p>(Plastafdækningsmetoden jf. BYG-ERFA blad 920831. Betonrep. Vedhæftningssvigt).</p>	Stikprøvevis.
4	Placering af ledere	Nivellering af og planhed og niveau på ledere.	Stikprøvevis ved opsætning af ledere. Omfang aftales.
5	Svumning af underbeton samt udlægning og komprimering af slidlagsbeton	<p>Visuel kontrol af udtørningsforløb for svummemørtel med henblik på at sikre udlægning vådt i vådt.</p> <p>Kontrol af færdig overflade.</p>	<p>Stikprøvevis under udlægningsprocessen.</p> <p>Omfang aftales.</p> <p>Stikprøvevis.</p>
6	Overfladefærdiggørelse	<p>Kontrol af planhed med retskinne på 2 eller 4 m. Kontrol af tidspunkt for afrivning og glitning.</p> <p>Kontrol af overfladestruktur.</p>	<p>Stikprøvevis, omfang aftales.</p> <p>Stikprøvevis, omfang aftales.</p>
7	Beskyttelse af betonen	Registrering af tidspunkter for pålægning og aftagning af af-dækningsmateriale.	Ved hver etablering af udtørningsbeskyttelse og fjernelse.
8	Planhed og tolerance	Kontrol af planhed og tolerance med retskinne/nivellering. Metode aftales på forhånd.	Efter første støbeafsnit og stikprøvevis under arbejdets udførelse. Omfang aftales.
9	Sammenhængsstyrke	Kontrol af sammenhængsstyrken mellem slidlag og underbeton. F.eks. ved pålimning af 3 stk. stålroundeller, diameter 50 mm inden for et areal af 1 m ²	Pr. 300 m ² gulvareal.

Punkterne refererer til procesdiagrammet.

Ovenstående bør dokumenteres i dertil hørende skemaer.

EKSEMPEL PÅ ANVENDELSE AF RUTEDIAGRAM

Emne: Enkeltlagsbetongulv i lagerlokale Resultat af funktionsanalysen

Belastninger og påvirkninger:	Hjullast fra tungt belastede trucks.
Gulvtype og betonstyrke:	Belastningsklasse D.
Betonens tilslagsmaterialer:	Knusninger af sten ved trafikbelastning kan kun accepteres i begrænset omfang. Påvirkninger fra vejrliget. Se afsnittet byggeperiode og byggetid.
Feltinddeling og fugekonstruktion:	Fuger kan accepteres, men antallet skal begrænses. Der ønskes ingen særlige foranstaltninger til forstærkning af fugekanter. Vertikale forskydninger ved fugerne må ikke forekomme.
Revner/revnevidder:	Revner på max. 0,2 mm kan accepteres.
Planhed og tolerance:	Klasse B.
Byggeperiode og byggetid:	Ingen krav om hurtig udtørring, men krav til stor støbekapacitet. Byggeperioden er i december måned.
Varme og fugtisolering:	Ingen varme og fugtisolering.

Oplysninger

Råjordens bæreevne er normal og består af moræneaflejringer, hvilket vil sige, at den ikke er selvdræende.

Rutediagram 1

Skemaet udfyldes som følger:

Punkt	Ja	Nej	Bemærkninger	Henvisning til punkt
a		x		
b		x		
c		x	Indlægning af kapillarbrydende lag	2
d	x		I begrænset omfang	3 og 6
e		x		
f	x			
g	x		Klasse B	5,6 og 10
h	x			3
i			„Store“ felter	3
j	x		Betonen kan udsættes for frost i byggeperioden. Ingen krav til hurtig udtørring	5
k		x		
l		x		
m	x		I begrænset omfang	5
n	x		Klasse D	5
o		x		

Der henvises til rutediagram 2

RUTEDIAGRAM 2

Anviser følgende opbygning:

- 150 mm kapillarbrydende lag
- Glidelag
- 200 mm tykt betonlag

Som kapillarbrydende lag vælges singels og som glidelag plastfolie.

Der er i det aktuelle tilfælde ikke behov for et særskilt bærelag. Se i øvrigt bilag 2.

Der henvises til diagram 3.

RUTEDIAGRAM 3

Anviser, da bygherrens krav er få fuger:

- Der svindarmeres med konventionel armering eller med stålfibre. Armeringsprocent med konventionel armering mellem 0,3 og 0,6.

Der vælges en armeringsprocent på 0,3 og ud fra bilag 5 en max. feltstørrelse på 10 x 10 m.

Der henvises til diagram 5.

RUTEDIAGRAM 5

Anviser følgende betonsammensætning:

- Luftindblanding
- Stenklasse A ¹⁾
- Sandklasse A
- Ensartet sætmål ± 30 mm
- Max. stenstørrelse: 1/3 af 200 mm, hvilket er ensbetydende med nøddesten 32 mm

¹⁾ Da knusninger kan accepteres i et begrænset omfang vælges klasse A sø- og bakkematerialer. Se bilag 7.

Skema nederst udfyldes.

Der henvises til diagram 6.

RUTEDIAGRAM 6

Henviser til bilag 3 og anviser, at der skal anvendes isolations-, kontraktions- og arbejdsfuger. Sidstnævnte to fugetyper med dyvler, som vist på fig. 3.4 og 3.8.

Der henvises til diagram 7.

RUTEDIAGRAM 7

Resumeskemaet udfyldes, og indførte informationer benyttes ved valg af udstyr og arbejdsudførelse.

RUTEDIAGRAM 8

Der henvises til bilag 13 med hensyn til valg af skæremaskine og til vurdering af tidspunkt for fuge-skæring.

Der vælges en traditionel diamantskæremaskine og ved fastlæggelse af skæretidspunktet tages i betragtning, at der er valgt at benytte klasse A sø- og bakke-materialer.

Der henvises til diagram 9.

RUTEDIAGRAM 9

Anviser:

- Triangulær trykluftdreven bjælkevibrator. Konsistens > 30 mm og ≤ 100 mm
- Dobbelt bjælkevibrator. og stavvibrator Konsistens > 60 mm og ≤ 100 mm

Der vælges en trykluftdreven bjælkevibratoren og en konsistens på 60 mm.

Der henvises til diagram 10.

RUTEDIAGRAM 10

Anviser:

- Der benyttes et rets skinne til afretning og kontrol af overfladen.
- Der anvendes en dobbelt glittemaskine.

Der henvises til diagram 11.

RUTEDIAGRAM 11

Anviser:

- Der benyttes varm beton og stilles krav til cementtype.
- Flyveaske og mikrosilica kan anvendes.

Der vælges en hurtighærdnende portlandcement. Med hensyn til, om der skal tilsættes flyveaske (FA) og mikrosilica (MS), kontaktes betonfabrikken, og der henvises til bilag 9. I dette tilfælde vælges det ikke at tilsætte FA og/eller MS.

Der henvises til diagram 12.

RUTEDIAGRAM 12

Anviser seneste tidspunkt for udtørningsbeskyttelse og af skemaet fremgår, at det er 4 timer.

Der henvises til diagram 13.

RUTEDIAGRAM 13

Anviser:

- Afdækning med isoleringsmåtter og/eller

- Flydende forseglingsmiddel eller plastfolie.

Om der skal afdækkes med isoleringsmætter afhænger af temperaturen.

Mod udtørring vælges at afdække med plastfolie.

Der henvises til diagram 15.

RUTEDIAGRAM 15

Skemaet udfyldes ud fra indhentning af oplysninger fra de foranliggende diagrammer, og der foretages en kontrol af betonrecepten.

Resume		
Konstruktiv opbygning	Betonsammensætning	Arbejdsudførelse og valg af udstyr
150 mm kapillarbrydende lag af singels Glidelag af plastfolie 200 mm betontykkelse Svindarmering med en armeringsprocent på 0,3 Feltstørrelser på max. 10 x 10 m Der udføres fuger, der kan optage vertikale kræfter.	Betonstyrke $f_{ck} = 35 \text{ MN/m}^2$ Konsistens 60 mm, dog maks. 90 mm Luftindblanding Sand og sten som klasse A materialer Største stenstørrelse 32 mm Varm beton Hurtighærdnende cement, f.eks. Basis-Cement.	Diamantskæremaskine Triangulær trykluftdreven vibratorbjælke Retskinne til afretning og til kontrol af planhed Dobbelt glittemaskine Seneste tidspunkt for udtørningsbeskyttelse er 4 timer Beskyttelse mod frysning og udtørring med isoleringsmætter og/eller plastfolie.

LITTERATURLISTE

- [1] Schaumann, Jette: Afstandsholdere for armeringsjern, Beton-Teknik 6/12/1987, Aalborg Portland. 8 pp.
- [2] Puckman, Knud: Cementbundne bærelag/cementstabilisering, Beton-Teknik 6/04/1976, Aalborg Portland. 6 pp.
- [3] Rasmussen, Thorkild: Efterbehandling af beton, Beton-Teknik 6/14/1988, Aalborg Portland. 12 pp.
- [4] Schultz, Harmut m.fl.: Flyveaske og beton, Beton-Teknik 1/03/1978, Aalborg Portland. 8 pp.
- [5] Bækmark, Knud: Komprimering af beton, Beton-Teknik 6/11/1985, Aalborg Portland. 12 pp.
- [6] Hjorth, Lars: Mikrosilica og beton, Beton-Teknik 1/06/1982, Aalborg Portland. 8 pp.
- [7] Nepper-Christensen, Palle: Plastisk svind, Beton-Teknik 3/05/1975, Aalborg Portland. 6 pp.
- [8] Justesen, Chr. F.: Revner i beton, Beton-Teknik 3/09/1981, Aalborg Portland. 12 pp.
- [9] Schaumann, Jette og Justesen, Chr. F.: Slid på betonoverflader, Beton-Teknik 6/13/1988, Aalborg Portland. 8 pp.
- [10] Puckmann, Knud: Vakuumbeton, Beton-Teknik 6/06/1977, Aalborg Portland. 4 pp.
- [11] Corneliussen, Ib og Jacobsen, Tommy B.: Projektering af gulvkonstruktioner - generelt, Byg-Erfa blad nr. 90 05 15. Sfb (43).
- [12] Jacobsen, Tommy B.: Industriegulve - revnedannelser i cementbaserede slidlag, Byg-Erfa blad nr. 89 02 17. Sfb (43).
- [13] Jacobsen, Tommy B.: Industriegulve - vedhæftningssvigt mellem slidlag og underlag, Byg-Erfa blad nr. 89 02 18. Sfb (43).
- [14] Corneliussen, Ib og Jacobsen, Tommy B.: Flydemørtler - forbehandling, Byg-Erfa blad nr. 90 05 16. Sfb (43).
- [15] Corneliussen, Ib og Jacobsen, Tommy B.: Flydemørtler - arbejdsudførelse, Byg-Erfa blad nr. 90 05 17. Sfb (43).
- [16] Corneliussen, Ib og Jacobsen, Tommy B.: Flydemørtler - beskrivelse, Byg-Erfa blad nr. 91 06 10. Sfb (43).
- [17] Corneliussen, Ib og Jacobsen, Tommy B.: Flydemørtelgulve - udfaldskrav, Byg-Erfa blad nr. 91 06 11. Sfb (43).
- [18] Hansen, Poul: Overfladebehandling af betongulve, Byg-Erfa blad nr. 92 03 30. Sfb (43).
- [19] Basisbetonbeskrivelsen for bygningskonstruktioner (BBB), 1986, udsendt 1987, Bygge- og Boligstyrelsen.
- [20] Nepper-Christensen, Palle m.fl.: Beton-Bogen, 2. udgave, 1985, Aalborg Portland. 731 pp.
- [21] Carlsson, Curt Arne og Johansson, Arne: Betonggolv, CBI Informerar 1.88. Cement- och Betonginstitutet, Stockholm, 1988.
- [22] Lohmeyer, G: Betonböden im Industriebau, Hallen- und Freiflächen. Beton-Verlag 1989. 127 pp.
- [23] BPS-publikation 108, november 1992, typiske beskrivelsesafsnit, belægningssten og græsarmeringssten af beton - vejledning.
- [24] BPS-publikation 109, december 1992, typiske beskrivelsesafsnit, betingelser for kvalitetssikring - totalentreprise.
- [25] Concrete Industrial Ground Floors, Concrete Society, Technical Report no. 34. Slough 1990.
- [26] Fra CtO's arbejdsmark: Tolagsbeton, Beton-Teknik 10/35/1991. Aalborg Portland. 8 pp.
- [27] DIN-normerne 15185, 18201 og 18202, vedrørende tolerancer.
- [28] DS 411, 1984, Dansk Ingeniørforenings norm for betonkonstruktioner.

- [29] AB Svensk Byggtjänst: Golvtoleranser. Stockholm, 1987.
- [30] GSO, Gulvfakta. Gulvbranchens samarbejds- og oplysningsråd, Hvidovre.
- [31] Hus-Ama 83, Allmän material- och arbetsbeskrivning för husbyggnadsarbeten. AB Svensk Byggtjänst 1983. 480 pp.
- [32] SBI-Anvisning nr. 177: Fugemasser og facadefuger, 1993.
- [33] SBI-Anvisning nr. 111: Bygningers varmeisolerings, 2.udgave, 1986.
- [34] SBI-Anvisning nr. 178: Bygningers fugtisolering, 1993.
- [35] ASTM E 1155M-87. System med F-værdier (måling af planhed).
- [36] Skarendahl, Åke og Westerberg, Bo: Handledning för dimensionering av fiberbetonggol. CBI Rapport 1:89, Cement- och Betonginstitutet, Stockholm 1989.
- [37] Person, Bertil: Högpresterande betongs hydration, Struktur och hållfasthed. LTH, Lund 1992. Rapport TVBM-1009.
- [38] Harderup, Lars-Erik: Moisture Design - Concrete Slab on the Ground. Building Physics in the Nordic Countries, 3rd Symp. Copenhagen 1993.
- [39] Svensk Byggtjänst: Betonghandbok Atbetsudförende, edition 2, Stockholm 1992.
- [40] BPS Publikation 112, august 1993, typiske beskrivelsesafsnit, gulvbelægningsarbejde.

