

Alf M. Waldum og Bjørn Bakken

Industrigolv av betong

Betonggolv i industribygg
Feltundersøkelse

BYGGFORSK

Norges byggforskningsinstitutt

Alf M. Waldum og Bjørn Bakken

Industrigolv av betong

Betonggolv i industribygg

Feltundersøkelse

Prosjektrapport 207 – 1997

Prosjektrapport 207
Alf M. Waldum og Bjørn Bakken

Industrigolv av betong

Betonggolv i industribygg
Feltundersøkelse

ISSN 0801-6461
ISBN 82-536-0572-2
300 eks. trykt av
S. E. Thoresen as
Resirkulert papir:
omslag Cyclus 200 g
innmat Fortuna 100 g

© Norges byggforskningsinstitutt 1997

Adr.: Forskningsveien 3B
Postboks 123 Blindern
0314 OSLO
Tlf.: 22 96 55 00
Faks: 22 69 94 38/22 96 57 25
Salg: 22 96 55 08

Trondheimsavdelingen
Adr.: Høgskoleringen 7
7034 TRONDHEIM
Tlf.: 73 59 33 90
Faks: 73 59 33 80

Emneord:
Feltundersøkelse
Betong
Dimensjonering
Skader
Golv
Industribygg

Forord

Industrigolv har gjennom en rekke år vært ett av de sentrale områdene for skadeanalyser ved Norges byggforskningsinstitutt (Byggforsk). For å få bedre oversikt over den generelle situasjonen enn hva skadeanalyser alene kan gi, utførte derfor Byggforsk en feltundersøkelse av industrigolv i årene 1990 – 93. Feltundersøkelsen ble utført innenfor forskningsprosjektet «Byggskadeanalyser», gjennomført ved Byggforsk i årene 1988 – 94. Prosjektet hadde økonomiske støtte fra Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd, senere Norges forskningsråd.

I denne prosjektrapporten er resultatene fra feltundersøkelsen samlet. Stramme økonomiske rammer sammen med ønsket om å få kontrollert et betydelig antall golv gjorde at flere golv ble trukket inn i undersøkelsen på hvert sted som ble besøkt. Dette førte til at den geografiske spredningen på prøvegolvene ble mindre god enn ønskelig, og at spredningen av golvene på de ulike industrigrenene ikke er representativ for den samlede norske industrien. De fleste viktige industrigrenene er imidlertid representert i utvalget.

Feltundersøkelsen omfatter i grove trekk en registrering av de påkjeningene golvet utsettes for, golvets oppbygning, de utførelsesprosedyrene som var brukt, og hvordan resultatet var. Videre ble det foretatt ulike former for ikke-destruktive målinger på de fleste golvene mens uttak av prøver for laboratorieundersøkelse ble foretatt på et mindre antall golv. For å sette laboratorieresultatene inn i en større ramme er resultater fra prøvinger utført på andre golvmaterialer enn de som direkte inngår i feltundersøkelsen, også tatt inn i rapporten.

To større golvarbeider som ble fulgt fra prosjektering via utførelse, kontroll av ferdig golv og gjennom tre års bruk, er rapportert i et eget kapittel.

Feltundersøkelsen ble gjennomført og prosjektrapport skrevet av Alf M. Waldum og Bjørn Bakken.

Byggforsk takker alle brukere, rådgivere og entreprenører som bidro med opplysninger til et relativt omfattende registreringsskjema og med generelle erfaringer/synspunkter på nødvendige krav, riktig materialutvalg osv. En takk også til alle andre som har bidratt med innspill til gjennomføring av feltundersøkelsen og under arbeidet med prosjektrapporten.

Trondheim /Oslo,
april 1997
Alf M. Waldum

Bjørn Bakken

Innhold

FORORD	3
1. RAMME FOR FELTUNDERSØKELSEN	6
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Golvene i undersøkelsen	6
1.3 Registreringsprosedyre i felt	8
1.4 Laboratorieforsøk	8
1.5 Databearbeiding.....	9
2. KONSTRUKSJONER.....	10
2.1 Generelt	10
2.2 Underkonstruksjon	10
2.21 Bærelag.....	10
2.22 Fuktsperre	11
2.23 Varmeisolasjon	11
2.3 Betongens delmaterialer	12
2.31 Tilslagets sammensetning	12
2.32 Tilsetningsstoffer	12
2.33 Betongproporsjonering	13
2.34 Armering	15
2.4 Utførelse	16
2.41 Tykkelse, overflate	16
2.42 Feltinndeling.....	18
2.43 Kontraksjonsfuger	19
2.44 Etterbehandling	22
3. GOLVLASTER.....	23
3.1 Mekanisk belastning.....	23
3.11 Hjullaster	23
3.12 Punktlaster	25
3.13 Tunge laster	27
3.14 Slag, støt og fallende gjenstander	27
3.15 Sleping	28
3.2 Kjemikaliebelastning.....	28
3.3 Sammenfatning.....	30
3.4 Henvisning.....	30
4. GOLVOVERFLATER	31
4.1 Betongoverflater	31
4.11 Innledning.....	31
4.12 Riss og sprekker	31
4.13 Overflatesår	40
4.14 Overflateavvik – feltmålinger	41
4.15 Vurdering av toleransekrav.....	45
4.16 Overflatekrav for golv i smalgangslager, et eksempel	49
4.2 Golvbelegg, bruk og tilstand	51
4.21 Ingen overflatebehandling	54
4.22 Støvbinding	55
4.23 Herdeplastbelegg	56

4.24 Belegg av keramiske fliser	58
4.3 Beleggskader	58
4.4 Henvisning.....	59
5. FORVALTNING.....	60
5.1 Innledning.....	60
5.2 Vedlikehold i feltundersøkelsen	61
5.3 Renhold	64
5.31 Renholdsprosedyrer.....	65
5.32 Renholdsfrekvens	66
5.33 Rengjøringsmidler	67
5.34 Oppsummering	67
5.4 Henvisninger	68
6. BRUKERERFARING.....	69
6.1 Generell brukerevaluering.....	69
6.11 Brukerevaluering og overflatebehandlingens tilstand	70
6.12 Brukerevaluering og overflateplanhet	71
6.13 Brukerevaluering og kjemikaliemotstand	72
7. FELT- OG LABORATORIEFORSØK.....	74
7.1 Innledning.....	74
7.1 Betongfasthet.....	74
7.21 Utborede prøver.....	74
7.22 Utstøpte terninger	75
7.23 Ikke-destruktiv fasthetsmåling med prellhammer	75
7.24 Fasthetsresultater – sammenstilling og vurdering	78
7.3 Slitasjestyrke	79
7.31 Slitasjemotstand ved sliping	79
7.32 Slitasjemotstand ved hjulbelastning	82
7.4 Henvisninger	87
8. INDUSTRIGOLV – FRA PROSJEKTERING TIL BRUK. EKSEMPLER	88
8.1 Innledning.....	88
8.2 Golv i elektroteknisk industri. Produksjonshall	88
8.3 Reparasjon av betonggolv i produksjonshall for elektrokjemisk industri	94
VEDLEGG 1. Registreringsskjema.....	100
VEDLEGG 2. Koding for edb-behandling av resultatene.....	104

1. Ramme for feltundersøkelsen

1.1 Bakgrunn

Feltundersøkelsen omfattet i alt 69 golv fordelt på 54 ulike bedrifter. Et flertall av golvene (46 stykker) ble valgt ut fra de rutinene som generelt blir lagt til grunn ved feltundersøkelser. I de øvrige 23 golvene var Byggforsk trukket inn i form av private oppdrag. Typiske formål med disse oppdragene var kontroll av betongkvalitet, slitestyrke, planhet og vurdering av årsak til sprekkdannelser. Ved golvoppdrag utført i perioden 1989 – 93 ble dessuten rammene for feltundersøkelsen trukket inn automatisk. På denne måten fikk vi samlet inn mer data enn hva som ellers ville ha vært mulig innenfor prosjektets økonomiske ramme.

Hensikten med feltundersøkelsen var i korthet å få størst mulig klarhet i hvordan golvene var prosjektert, hvilken utførelsesprosedyre som var benyttet, hvilke påkjenninger de ble utsatt for og hvordan resultatet var (brukererfaring m.m.).

Til bruk ved besiktelser ble det utarbeidet et registreringsskjema (Bilag 1). Sentralt i undersøkelsen var intervjuer med brukere, rådgivere m.fl. På stedet ble det i mange tilfeller foretatt ulike ikke-destruktive målinger av fasthet, planhet, rissutvikling etc. Andre steder var visuelle observasjoner eneste in situ-registrering. Destruktive fasthetsprøving (utborede kjerner) ble det bare i beskjeden grad plass til innenfor de gitte rammene.

Som en kunne vente var det ikke mulig å få inn alle de bakgrunnsdataene det var lagt opp til. Material- og konstruksjonsdata for betongen viste det seg bl.a. vanskelig å framskaffe. Årsaken til dette var både dårlig registrering hos entreprenør/konsulent og manglende arkivering av «eldre» betongleveranser (resepter) hos betongfabrikker. Heller ikke produksjonshistorikken (støpetid/forhold, etterbehandling, herdebetingelser m.m.) var lett å skaffe. Disse manglene resulterte i et mer begrenset materiale for statistisk behandling enn ønskelig.

Et mindre antall golv ble fulgt spesielt godt opp. Her ble arbeidet fulgt fra prosjekteringsfasen via utførelsen til kontroll gjennom de første 2 – 3 årene i bruk. I kap. 8 er to slike golv behandlet ganske inngående; begge kan sies å representere spesielle utfordringer. Når det ble valgt å legge ned relativt mye ressurser i disse golvene, henger det bl.a. sammen med at det er knyttet spesielle krav etter gitte betingelser til alle golv. Videre forelå tilgang til alle relevante data; vi kunne bl.a. sammenlikne fasthet på utstøpte betongterninger med fasthet på byggeplass.

1.2 Golvene i undersøkelsen

Valg av golv for feltundersøkelsen ble gjort ut fra samtaler med byggherrer, rådgivere og entreprenører. Videre ble erfaringer fra Byggforsks oppdragsvirksomhet trukket inn. Med basis i bakgrunnsinformasjonen la vi hovedvekten på «golv på grunn»-konstruksjoner, mens kun et fåtall etasjeskillere ble undersøkt, se fig. 1.2 a.

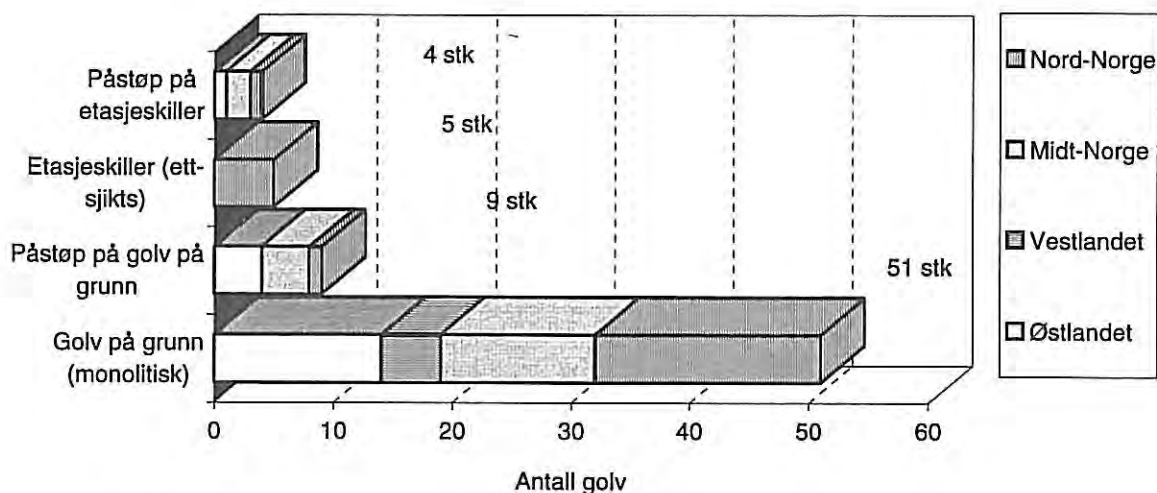


Fig. 1.2 a
Konstruksjonsløsninger og geografisk fordeling

Et siktepunkt ved utvelgelse av golvene var å få til en bra geografisk fordeling. Som fig.1.2 a viser, lykkes vi ikke helt i dette. Instituttets lokalisering i Oslo og Trondheim resulterte i at det av praktiske og økonomiske årsaker ble undersøkt mange golv på Østlandet og i Midt-Norge. En større befaring i Nord-Norge gjorde at det også ble en god representasjon derfra. I tillegg hadde vi relativt mange objekter utenom prosjektet fra disse områder. Vestlandet ble dessverre underrepresentert i utvalget.

Andre forhold enn golvenes alder ble prioritert høyere ved valg av prøvegolv. Gamle golv ble imidlertid holdt utenfor, og som fig. 1.2 b viser, var aldersfordelingen rimelig bra.

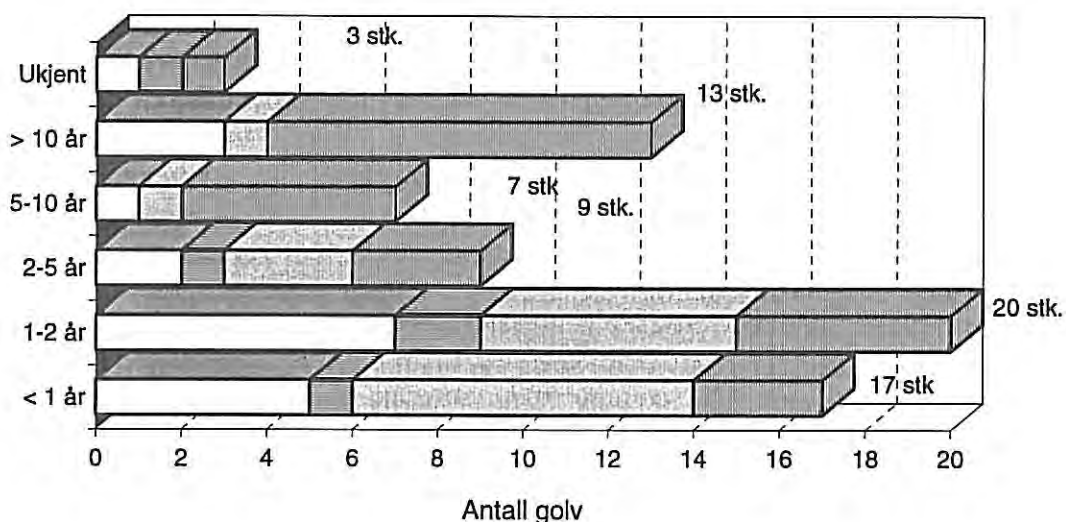


Fig. 1.2 b
Golvenes alder ved befaring og geografisk beliggenhet

Da relativt mange golv i nordnorsk fiskeindustri ble besøkt, resulterte det i at vi fikk en overvekt av golv fra våt næringsmiddelindustri, se fig. 1.2 c. (pga. flere bedrifter innenfor et begrenset geografisk område).

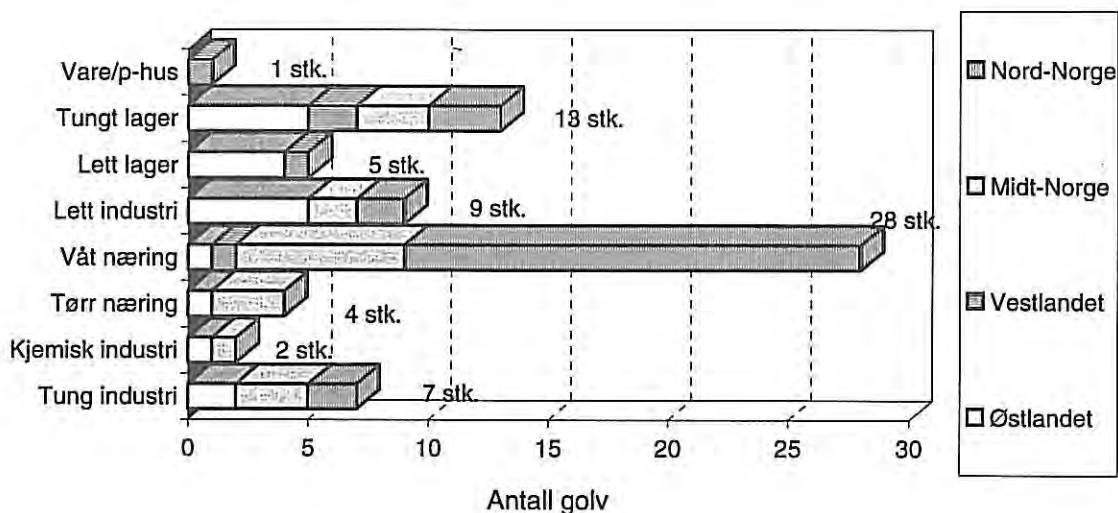


Fig. 1.2 c
Golvnes fordeling på industrigren og geografisk beliggenhet

Fordelingene på de ulike industrigrenene er ifølge fig. 1.2 c ganske skjev. De fleste typene av industrigolv er imidlertid representert, og det synes ikke urimelig at golv innen våt næringsmiddelindustri utgjør en stor andel når man tar i betraktning fiskeindustriens mange anlegg langs store deler av vår lange kyst.

1.3 Registreringsprosedyre i felt

Undersøkelsen av de enkelte golvne ble alltid innledet med en samtale med en representant for bedriften for å få innhentet flest mulige opplysninger om golvets historie, påkjenninger og brukererfaringer. Beskrivelser og tegninger ble også forsøkt framskaffet. Vi søkte dessuten å få rede på hvilken konsulent og entreprenør som var benyttet, slik at tilleggsopplysninger kunne hentes inn fra dem.

Etter samtalen ble golvets inspisert – enten av Byggforsk alene eller sammen med bedriftens representant. Under befaringen registrerte vi golvets generelle tilstand, belastningstyper m.m. Det ble også tatt bilder av viktige detaljer, skader, utstyr osv. For kjøretøy ble det innhentet informasjon bl.a. om dimensjoner og vekt.

I de fleste tilfellene gikk vi systematisk og grundig over golvets og lette etter riss og heftbrudd (bom), sår og andre mangler. Rissvidder, avstander mellom riss og rissenes beliggenhet samt overflateavvik ble målt opp på en del golv. Dette er nærmere behandlet i kap. 4 Golvoverflater. Orienterende betongfasthet ble bestemt med en Prellhammer. I enkelte tilfeller ble det også boret ut kjerneprøver av golvbetongen. Videre gis det eksempler på golv hvor prøveterninger ble laget med betong tatt ut i forbindelse med utstøpingsarbeidet. Resultater fra fasthetsmålinger er tatt inn i kap. 7.1 Betongfasthet og kap. 8 Golv fra praksis.

1.4 Laboratorieforsøk

Trykkfastheten til borkjerner og betongterningene fra golvne ble bestemt etter reglene i NS 3474. Prøver fra enkelte golvprosjekter ble dessuten slitasjeprøvd etter Byggforsk-metode 6/83. I to tilfeller hvor det ble tatt prøver av fersk betong, ble sementen vasket bort slik at sammensetning av tilslaget kunne bestemmes. Resultatene er gjengitt i kap. 7 Felt- og laboratorieforsøk.

1.5 Databearbeiding

Alle opplysninger som ble vurdert å ha interesse for videre bearbeiding av innsamlet materiale, ble kodet. Til dette brukte vi et kodeskjema som er vist i Bilag 2. Opplysningene ble behandlet og analysert ved hjelp et statistikkprogram.

Ved hjelp av programmet fikk vi en generell oversikt over variantfordelingen som f.eks. den geografiske beliggenheten til golvene. En vesentlig fordel med programmet var at det kunne lage «krysstabeller». Derved kunne sammenheng mellom ulike parametre undersøkes. Dette siste var spesielt interessant ved denne undersøkelsen, og mange av de diagrammene som er tatt inn i rapporten, er basert på slike tabeller.

2. Konstruksjoner

2.1 Generelt

I dette kapitlet er det gitt en oversikt over konstruksjonsløsninger, materialer etc. i de golvene som inngikk i undersøkelsen. Som nevnt under kap. 1 Ramme for feltundersøkelsen, var det i mange tilfeller ikke mulig å få svar på alle spørsmål som er reist i undersøkelsen. Spesielt vanskelig var det å få gode data om bærelag, om tilslagsmaterialer i betongen og om etterbehandling av det ferdig støpte golvet. Slike vansker kan forklares ut fra forhold som at det aldri har vært utarbeidet noen fullstendig beskrivelse av golvet, at byggeplassframstilt betong kan være benyttet, at det ved befaring var nye personer på byggherresiden o.a. Store strukturendringer i entreprenørbransjen bidro også til å gjøre oppsporingsarbeidet vanskelig. Faktorer som betongtykkelse, armering og overflatebehandling kunne i en større grad fastlegges under selve besiktigelsen, og her er derfor datagrunnlaget bedre.

2.2 Underkonstruksjon

2.21 Bærelag

For å oppnå et industrigolv på grunnen som tilfredsstillere strenge krav til planhet, sprekkefrihet osv., kreves et stabilt og godt komprimert underlag. Mange av våre industribygg er ført opp på det man trygt kan betegne som «vanskelig byggegrunn» som leire, silt, myr og nyere fyllinger. I slike tilfeller vil en betydelig innsats i form av masseutskifting og komprimering måtte legges ned som del av oppbygging av et godt bærelag.

De materialene som var benyttet som bærelag i de undersøkte golvene, er presentert i tabell 2.21. For 7 golv (10 %) foreligger ikke informasjon om bærelaget. Disse er holdt utenfor tabellen.

Tabell 2.21
Materialer i golvenes bærelag

Bærelagsmateriale	Grus	Kult	Sprengstein	Annet
Andel, prosent	50	4	42	4

Opplysninger om bærelaget tykkelse, komprimeringsmetode, hvordan sprengsteinsfyllingene var avrettet o.l. var det ofte vanskelig å få kartlagt. I kapittel 3 Golvoverflater er svikt i bærelaget vurdert å være årsak/mulig årsak til skader ved bare 3 av golvene. Dette samsvarer godt med det generelle inntrykket fra skadeanalyser o.l. om at skader relativt sjelden kan føres tilbake til svikt i bærelag/grunn.

2.22 Fuktsperre

Fuktsperre eller mer riktig, et diffusjonstett sjikt, har som formål å sikre mot transport av vanndamp fra grunnen. En plastfolie i tykkelsen 0,15 – 0,20 mm blir normalt brukt til dette. I 50 % av de undersøkte golvene var det lagt inn plastfolie, mens 37 % var uten. For de siste 13 % er ikke spørsmålet avklart. Hvis golvet hadde en overflatebehandling, var andelen med fuktsperre 76 %. Bruk av tett overflatebehandling på golv på grunnen uten fuktsperre blir generelt definitivt frarådet på grunn av at fukttransport fra grunnen kan føre til flassing/avskalling av belegget. Når slike løsninger likevel opptrer, er det gjerne i forbindelse med at belegget blir lagt på eldre golv hvor betongen av ulike årsaker ønskes erstattet som overflatemateriale, og spørsmålet om det er innlagt plastfolie, blir gjerne ikke undersøkt – eller også har konsulent/entreprenør ikke tilstrekkelige kunnskaper om fuktvandring i golv på grunn.

2.23 Varmeisolasjon

Bruk av varmeisolasjon i golv på grunn er vist i tabell 2.23.

Tabell 2.23
Varmeisolasjon i golv på grunn

Form	Prosent av de undersøkte golvene
Full isolasjon	25
Randisolasjon	20
Ingen isolasjon	51
Ukjent	4

I de fleste golvene på grunn med varmeisolasjon var skumplasten polystyren benyttet. Ekspandert type var tidligere det dominerende materialet. (I golvene med slik isolasjon var det i ca. 30 % av tilfellene benyttet plater med densitet 20 kg/m³, mens 30 kg/m³ alltid har vært anbefalt i golv hvor det er belastning utover det en har i private boliger.) Ekstrudert polystyren har i de senere årene overtatt noe av markedet. Andre typer varmeisolasjon som ble påvist i undersøkelsen, var tung mineralull. Stabilisert lettklinker er en del brukt som varmeisolasjon i golv på grunn, men var altså ikke representert i denne undersøkelsen.

Den langt vanligste tykkelsen på plast- og mineralullplatene var 50 mm (55 %), men tykkelser ned i 30 mm og opp mot 100 mm ble også registrert.

Noe overraskende er det at halvparten av golvene ikke har noen form for varmeisolasjon. Dette kan bety problemer sett i forhold til telehiv, hvis f.eks. ikke golvet er sikret med utvendig markisolasjon. De innsamlede dataene gir dessverre ikke grunnlag for å spesifisere byggegrunn for de golvene der varmeisolasjon ble sløffet. Bare bærelaget er kjent, og det ble ikke påvist noen sammenheng mellom bærelag og bruk av varmeisolasjon. Det er imidlertid klarlagt at flere av de uisolerte golvene ligger på fjellgrunn eller på en sprengsteinsfylling. Enkelte golv med randisolasjon er sannsynligvis også oppgitt å være uisolerte.

2.3 Betongens delmaterialer

2.31 Tilslagets sammensetning

Opplysninger om tilslagets sammensetning som ga grunnlag for å bestemme stein- og sandmengde, foreligger for 24 golv. Resultatene er gitt i tabell 2.31.

Tabell 2.31
Tilslagets sammensetning

Sandmengde (< 8 mm) kg/m ³	Antall golv med stein (> 8 mm) kg/m ³			Totalt antall golv
	0	< 1000	1000 – 2000	
< 700		1		1
7 – 900		2	2	4
9 – 1200		4		4
12 – 1500		4		4
15 – 1700	3	2		5
17 – 1900	5			5
> 1900	1			1
Antall golv	9	13	2	24

En ser at en overraskende stor andel av disse betonggolvene oppgis ikke å inneholde grove tilslagsmaterialer (> 8,0 mm). Golvtykkelsen for disse 9 golvene uten grovt tilslag forklarer et stykke på vei forholdet, da 8 var 100 mm eller tynnere. Det kan derfor se ut som om de helt tynne platene ikke sjelden anses mer som en golvpudd enn som en betong, og støpesand betraktes som det riktige tilslagsmaterialet. Det er videre sannsynlig at tilslag av ren støpesand i noen av disse golvene ble valgt, ganske enkelt fordi egnet grovt tilslag ikke var tilgjengelig eller var forholdsmessig kostbart å skaffe til veie. For 3 av golvene uten grovt tilslag er tilslagsmengden pr. m³ oppgitt å være mindre enn 1700 kg. De samme golvene har generelt høye sementinnhold, men enkelte upresise resepter er likevel sannsynlig.

2.32 Tilsetningsstoffer

Undersøkelsen bekreftet at tilsetninger ut over betongens basismaterialer er blitt svært vanlige ved framstilling av golvbetong. Blant tilsetningsstoffene er de plastiserende (vannreducerende) som ventet helt dominerende, mens luftinnførende i første rekke er aktuelle der golvet utsettes for frost. I tabell 2.32 er bruk av disse stoffer angitt i % av det antall golv hvor nødvendig informasjon foreligger (for 52 % av de undersøkte golvene). Bruk av silika er også tatt inn i den samme tabellen.

Tabell 2.32
Bruk av tilsetningsstoffer/-materialer

Type tilsetningsstoff/materiale	Anvendelse	
	Antall	%
L	1	2
P, SP	20	56
Silika	8	22

L = Luftinnførende stoff
P = Plastiserende stoff
SP = Superplastiserende stoff

For de 20 golvne med plastiserende tilsetninger var 19 nyere enn 2 år ved befaringen. Videre var alle golvne med silikatilsetning nyere enn 5 år. Dette indikerer at disse to hjelpemateria-
lene for alvor er tatt opp i golvteknologien først i siste halvdel av 1980-årene. For plastiserende og superplastiserende stoff (P og SP-stoff) gir nok dette ikke noe helt korrekt bilde av situasjonen. Med til tolkningen av resultatene hører også at de sikreste resepter gjerne finnes for de nyeste golvne.

2.33 Betongproporsjonering

For sementmengde og v/c-tall foreligger data for 31 av de 69 golvne. I fig. 2.33 a er antall golv med ulike sementmengder tegnet inn, avrundet til nærmeste 25 kg, mens fig. 2.33 b gir en tilsvarende oversikt over de oppgitte v/c-tallene.

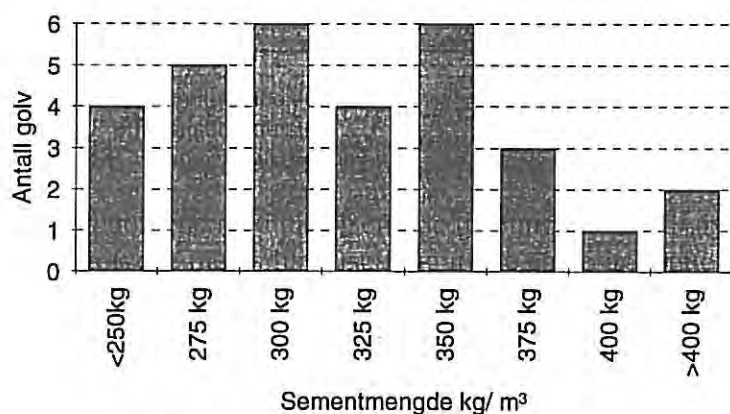


Fig. 2.33 a
Angitt sementmengde pr. m³ betong

Tabell 2.33 a
Prosjektert betongkvalitet

Fasthetsklasse	≤ C20	C25	C30	C35	C 45	Ukjent
Prosent av golvne	0	51	10	23	3	13

Fordelingen av prosjektert betongkvalitet på de ulike fasthetsklassene er gitt i tabell 2.33 a. Til tabellen skal bemerkes at betongkvalitet C 25, som ventet, var den vanligste. Videre ser man at kvalitet C 45 eller bedre beskrives relativt sjelden. I utgangspunktet er det overraskende at kvalitet C 30 er beskrevet for 10 % av disse golvene, til tross for at kvalitetsklassen ikke er brukt i NS 3473. Forklaringen ligger nok i hovedsak i at kravene til sementmengde og v/c-tall for miljøklasse NA gir denne fasthetsklassen direkte med standardsement og tilslag fra Sør-Norge, se tabell 2.33 b

Tabell 2.33 b
Miljøklasser og fasthet (standardsement)

Miljøklasse	Maks. v/c	Min. sement kg/m ³	Fasthetsklasse (ca.)	
			Sør-Norge	Midt/Nord-Norge
LA	0,45	300	45	40
NA	0,60	250	30	25
MA	0,90	225	15	10

20 av golvene var oppgitt støpt med betong C 25. For 6 av disse golvene er angitt v/c-tall 0,6 eller lavere. Mest sannsynlig er det i disse tilfellene levert en betongkvalitet som er høyere enn beskrevet. De øvrige golvene var prosjektert i fasthetsklassene C 30 – C 45. For klasse C 30 lå v/c-tallet fra 0,55 til 0,70, mens klasse C 35 ikke hadde høyere v/c-tall enn 0,6, og C 45 ikke høyere enn 0,55. Se figur 2.33 b.

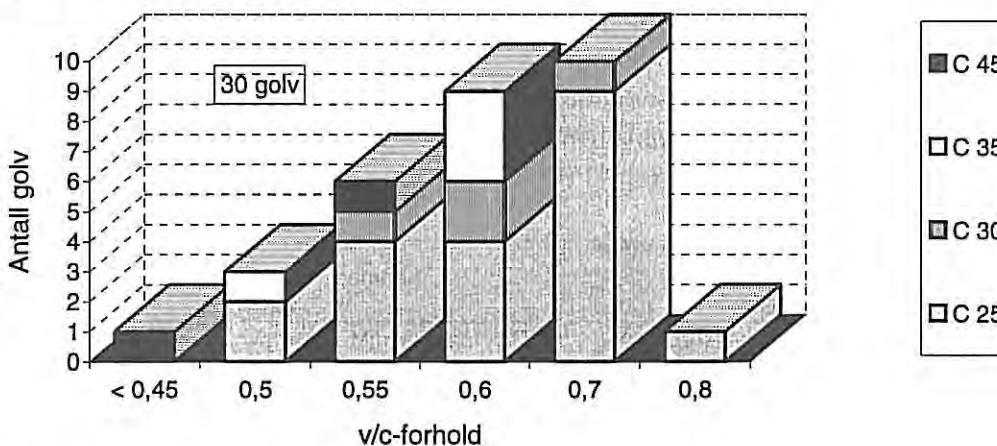


Fig. 2.33 b
Betongkvalitet og v/c-tall

For golvene med spesifisert v/c-tall, ble betongens konsistens angitt som vist i tabell 2.33 c.

Tabell 2.33 c
Betongens konsistens

Konsistens	Fordeling, %
Stiv plastisk	4
Plastisk	26
Tungt flytende	60
Flytende	10

Ut fra tabellen er altså bruk av temmelig bløt betong vanlig ved utstøping av industrigolv, mens konsistens i området stiv/stiv plastisk generelt anbefales. Vi fant også at de aller fleste

golv med tungt flytende/flytende konsistens var av nyere dato, dvs. < 2 år. Få opplysninger om betongkonsistens for eldre golv gjør imidlertid at det ikke er grunnlag for å konkludere med at bløt konsistens først er blitt vanlig i de senere årene. Det er i denne forbindelsen naturlig å se konsistens opp mot bruken av P- og SP-stoffer (se tabell 2.32).

2.34 Armering

Ut fra tilgjengelige beskrivelser, men også fra bruk av armeringssøker og andre undersøkelser på stedet, er armeringsdata framskaffet for 52 golv, se tabell 2.34 a.

Tabell 2.34 a
Armeringsmetode

Armeringskonstruksjon	Fordeling, %
Uarmert	6
Enkel armering	65
Dobbel armering	17
Fiberarmering	3
Ukjent	9

Som ventet hadde flertallet av golvene ett armeringssjikt (svinnarmering). To av de tre golvene med fibre hadde polypropylen fibre som eneste form for armering. Type/mengde armering for golvene hvor armeringstypen er kjent, er tatt inn i tabell 2.34 b.

Tabell 2.34 b
Armeringstype

Armering	Armeringsnett nr.					Jerdiameter, mm		Fiber
	P091	K131	K189	K257	K335	8 – 10	12 –16	
Andel, %	1	17	18	18	3	9	12	3

Av golv med kjent armeringstype vil etter dette ca. 70 % være armert med et nett. Videre ser vi at nettene K131, K189 og K257 synes å ha en relativ lik markedsandel. Figur 2.34 a viser armeringstype i golv med de forskjellige platetykkelsene. Det synes ikke som om grovere nett velges oftere ved større betongtykkelser, mens bruk av armeringsjern bare skjer ved tykkelser over 120 mm. Dette må bety at valget av armeringsnett ofte skjer temmelig tilfeldig og uavhengig av kravet til svinnarmering i NS 3473.

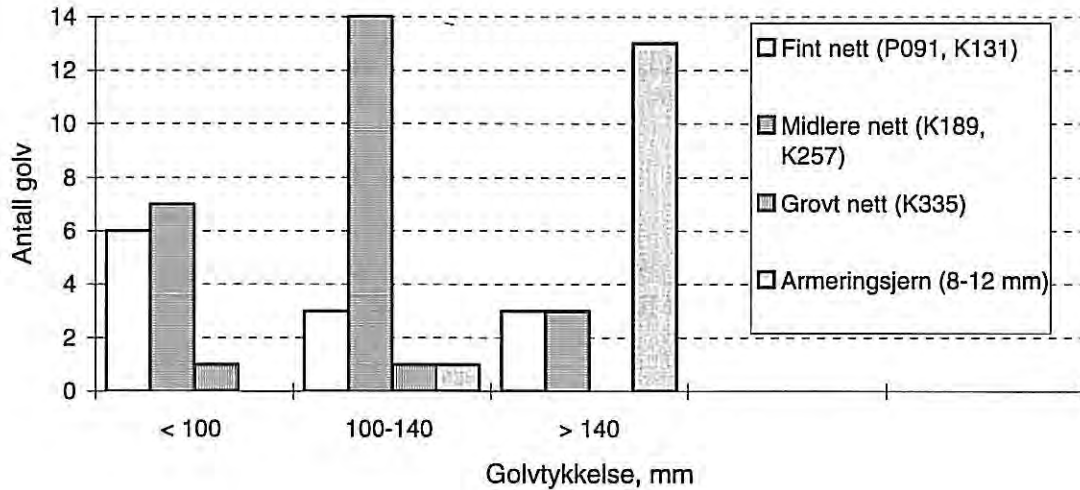


Fig. 2.34 a
Armeringstype og golvtykkelse

Armeringens evne til å ta opp og fordele svinnet i et betongdekke på grunnen vil som understreket i Byggforsks anvisning 36, bl.a. avhenge av hvor armeringen er plassert i tverrsnittet. Plassering av armeringen er kjent for 28 svinnarmerte golv. For 11 av disse golvne ble det påvist at armeringen lå i midtsjiktet (± 10 mm), mens hele 16 hadde armeringen plassert lavere. Rissutviklingen i disse golvne er presentert i fig. 2.34 b.

Ut fra figuren er en plassering av armeringen midt i golvtykkelsen slett ikke noen garanti for sprekkefrie golv, mens en armeringsplassering i nedre del av betongtverrsnittet «alltid» vil gi riss. Armeringens betydning for rissutviklingen er behandlet også i pkt. 4.12 Riss og sprekker.

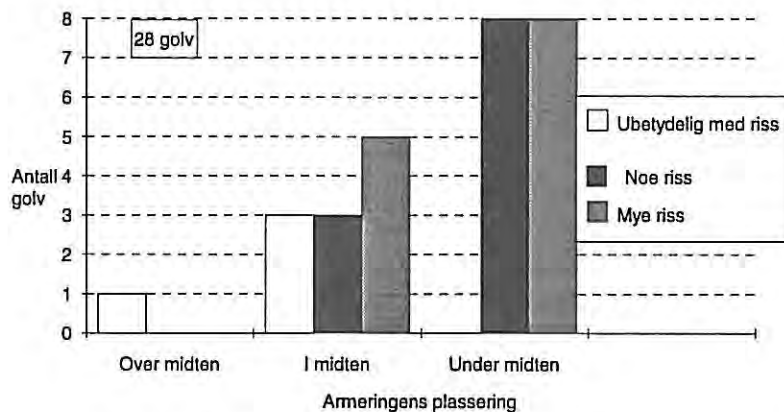


Fig. 2.34 b
Armeringsplassering og riss. (For definisjon av rissmengde, se tabell 4.12 a)

2.4 Utførelse

2.41 Tykkelse, overflate

Et stort flertall av golvne i undersøkelsen (ca. 82 %) var homogene betonggolv eller altså golv med samme type betong over hele tverrsnittet. De øvrige hadde et forsterket toppsjikt i form av et direkte slitelag støpt vått i vått med hovedbetongen, eller en påstøp på herdnet be-

tong. Andelen homogene golv er stor og må ses i sammenheng med fordelingen av golvene på de ulike industriene. Hvis andelen av golv fra krevende tørr industri, f.eks. deler av den mekaniske industrien, hadde vært større, ville utvilsomt også andelen av to-sjikts betonggolv vært høyere. Den relativt lave gjennomsnittsalderen til de undersøkte golvene, sammen med ny teknikk for utlegging/glatting, er også faktorer som forklarer registreringene. Betongtykkelsen for de enkelte golvene er satt opp i tabell 2.41.

Tabell 2.41

Betongtykkelse for de enkelte golvene i undersøkelsen

Tykkelse mm	≤ 80	81–100	101 – 120	121 – 140	141 – 160	161 – 180	181 – 200	> 200	Ukjent	Totalt
Antall golv	9	8	17	8	15	6	3	0	3	69

Ut fra tabell 2.41 har hovedmengden av industrigolv en tykkelse fra 100 – 160 mm. I fig. 2.41 er golvtykkelse sett opp mot aktiviteten på golvet, inndelt i «produksjon» og «lager». I alt 53 av golvene kan plasseres under én av disse to kategorier. Av figuren ser vi at golv med de større tykkelsene i første rekke finnes i produksjonslokaler. Klart overraskende er det at såvidt mange golvplater var 100 mm eller tynnere.

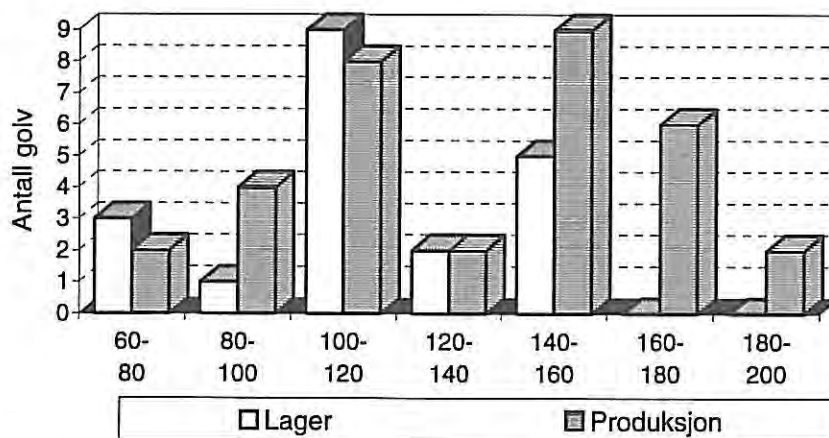


Fig. 2.41

Golvtykkelse og romaktivitet

Mens midlere tykkelse for golv eldre enn 10 år ved besiktigelsen var 150 mm, var tykkelsen for golv yngre enn 5 år bare 115 mm. Dette må bety at det i perioden omkring 1990 var vanlig å støpe tynnere golv enn før ca. 1980.

Når det gjelder komprimering/avretting, ble vakuumbehandling og også manuell bearbeiding angitt som anvendte komprimeringsmetoder ved siden av vibrobrygger/bjelker, mens flytebetong og laser i de senere årene har fått en økt anvendelse. Planskive har i de senere årene i stor grad erstattet eller supplert rettholt/rettskive for avretting/glatting.

Nærmere $\frac{3}{4}$ av golvene hadde stålglattet overflate, mens den siste $\frac{1}{4}$ var brettskurt eller slipt (dette gjelder for golv uten vakuumbehandling).

Brettskurte flater vil aldri kunne tilfredsstille de kravene til overflatejevnhet som i dag er vanlig. Dagens maskinelle stålglattingsutstyr gjør også brettskuring mindre aktuell. En lett sliping kombineres gjerne med en form for overflatebehandling/impregnering. Dette gir renholdsvennlige flater.

2.42 Feltinndeling

For ca. 80 % av de undersøkte golvene foreligger opplysninger om hvordan golvene ble delt inn i felter ved utstøpning, se tabell 2.42.

Tabell 2.42
Feltinndeling ved støping for 80 % av golvene i undersøkelsen

Inndeling, type	Sjakk-mønster	Striper	Forband	Ingen
Fordeling, %	16	62	6	16

Som ventet var flertallet av de kontrollerte golvene utstøpt i striper. En slik utlegging blir i dag også generelt anbefalt, bl.a. fordi det vil være lett å komme til arealet under utstøping. Stripene kan senere deles opp med kontraksjonsfuger vinkelrett på stripenes lengderetning. Tidligere var utstøping i sjakkmønster ganske vanlig, men det anbefales ikke i dag. Valg av feltinndeling ser ut til å ha en klar sammenheng med golvetts areal. «Ingen oppdeling» ble registrert bare for golv < 1 000 m², mens forband og sjakkmønster ble oppgitt kun for de større golvene (> 2 000 m²). Stripeutstøping benyttes ved alle aktuelle golvstørrelser. I denne sammenhengen er det verdt å merke seg at kontraksjonsfuger ut over støpefugene ble benyttet (skåret) i et begrenset omfang (se fig. 2.42 a).

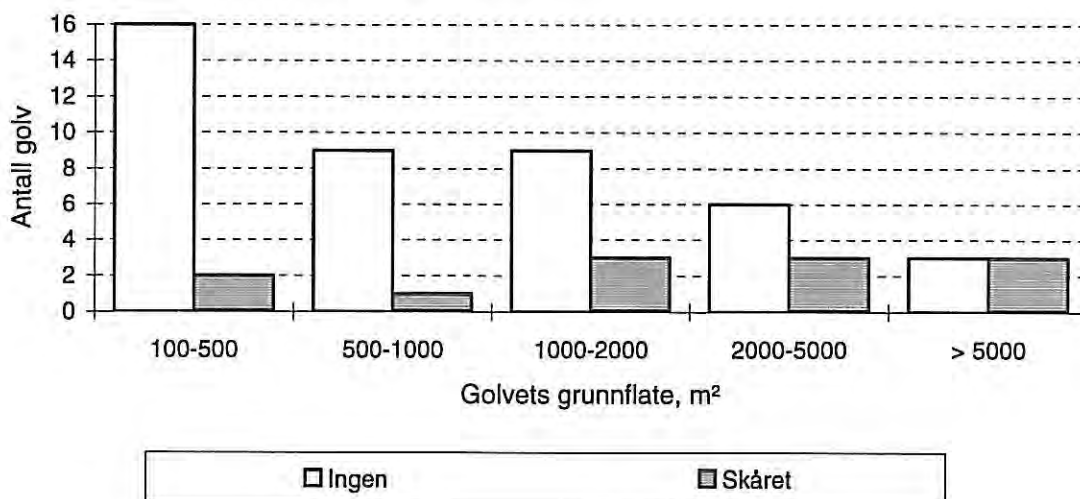


Fig. 2.42 a
[Etablering av bevegselsfuger utover støpeskjøter sett i forhold til golvetts grunnflate.]
Antall golv uten og med kontraksjonsfuger ut over støpeskjøtene for de ulike golvstørrelsene

Det ble ikke påvist noen klar sammenheng mellom valg av feltinndeling og forhold som betongfasthet, om golvet ligger på varmeisolasjon, belastningens størrelse e.l. I fig. 2.42 b er det generelle inntrykket av golvet sett opp mot type feltinndeling. Figuren gir ikke noe klart grunnlag for anbefaling av prosedyre ved utlegging. Inndelingen «forband» kommer imidlertid uheldig ut. En oppsprekking i T-skjøten, som vist i fig. 2.42 c, var vanlig ved denne inndelingen. Mer viktig enn type feltinndeling er nok feltstørrelse og -form. Av fig. 2.42 b ser man videre at ikke noen av golvene uten feltinndeling ble vurdert som «lite bra» (fem golv). Fire av disse golvene er over 140 mm tykke, har et belegget av utstøpt plastbelegg og et absolutt krav til væsketetthet. I slike golv er det forståelig at fuger søkes unngått.

Fordeling,

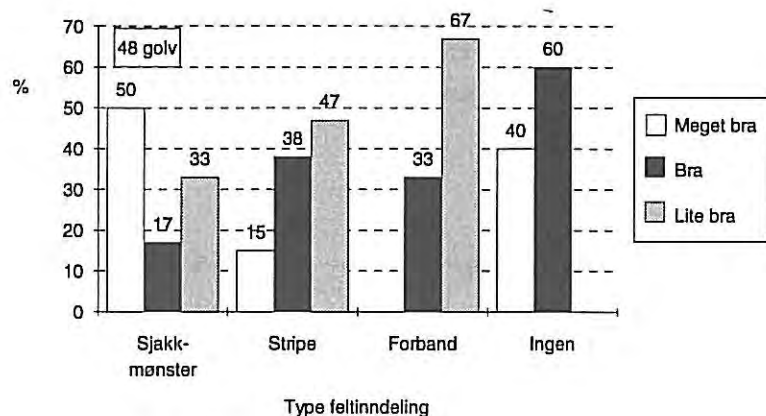


Fig. 2.42 b
Generell vurdering av golvet sett opp mot type feltinndeling



Fig. 2.42 c
En T-skjøt hvor det framgår at støpeskjøten initierer sprekk i nabofeltet. Dette registrerte vi som en vanlig skade der feltene ble støpt i forband.

2.43 Kontraksjonsfuger

For de undersøkte golvene ble det påvist fire ulike løsninger av fugen mellom de enkelte støpeavsnittene eller i oppskårede fuger. For de 54 golvene hvor opplysninger foreligger, var fordelingen på de ulike løsninger som gitt i tabell 2.43.

Tabell 2.43
Utforming av kontraksjonsfuger

Fugeløsning	Fordeling, %
Dybel	18
Fortanning	6
Steng/saget	76
Permabane	9

Den mest vanlige fugeløsningen er, som ventet, saget fuge. Ved dobbeltarmerte plater og denne fugeløsning var ofte underkantarmeringen gjennomgående. Type kontraksjonsfuge sett sammen med feltinndeling er vist i fig. 2.43 a. Figur 2.43 b viser et eksempel på kantroising ved en kontraksjonsfuge, mens fig. 2.43 c viser en dybelløsning under utførelse.

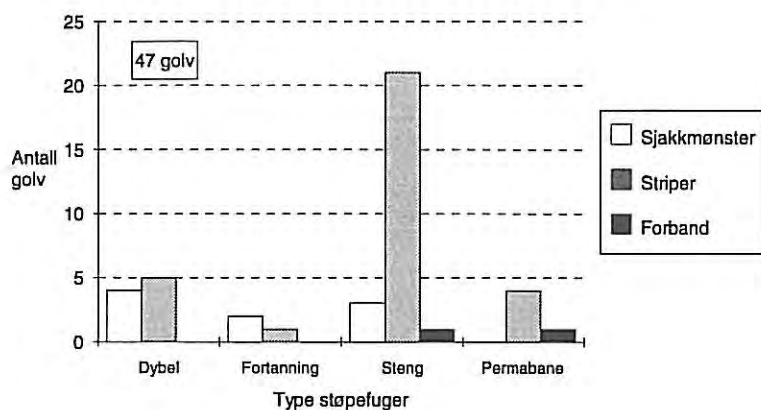


Fig. 2.43 a
Utforming av støpefuger

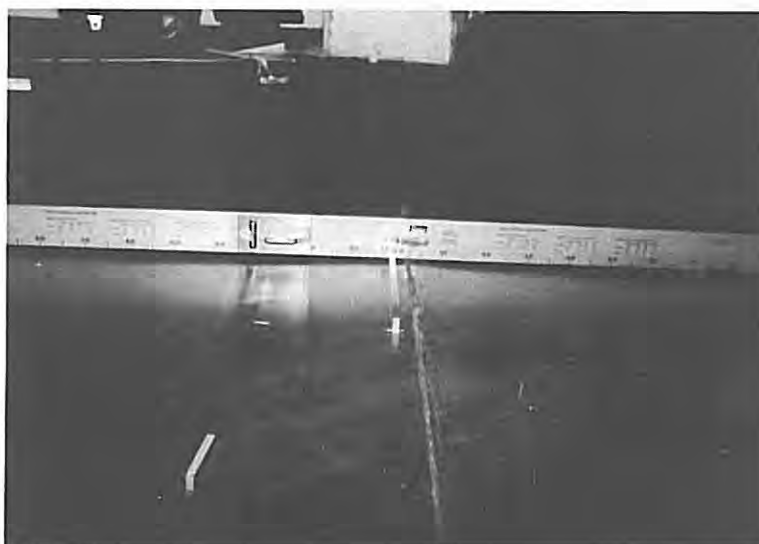


Fig. 2.43 b
Planhetsmåling over en støpeskjøt. Kantroisingen var i dette tilfellet ikke akseptabel for kjøring med truck.



Fig. 2.43 c
Støpeskjøt med dybelløsning. Her kontrolleres armeringsnettets plassering i et dobbeltarmert golv.

De mer kompliserte fugeløsningene, dybel og fortanning, ble bare registrert i forbindelse med større feltstørrelser (> 50 m²).

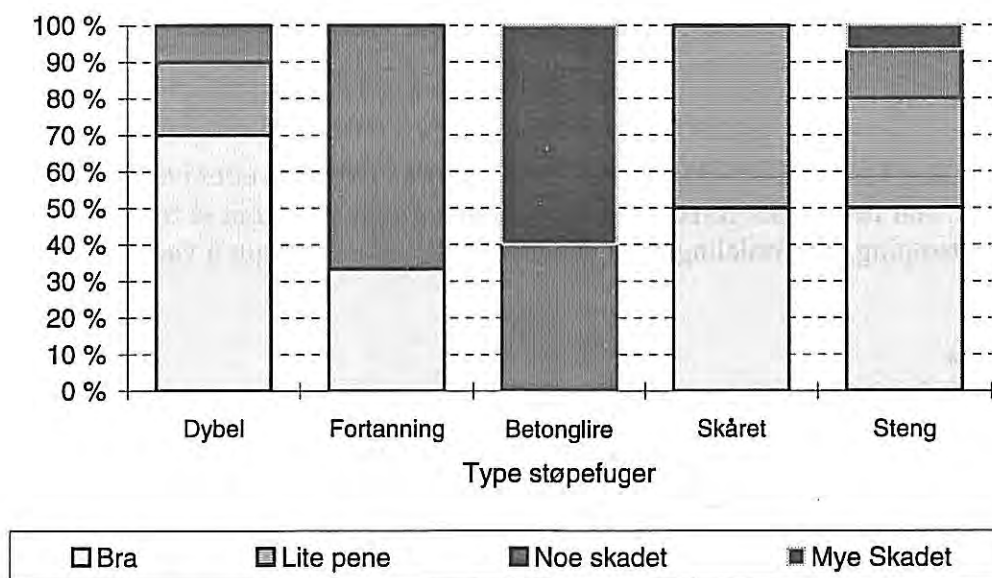


Fig. 2.43 d
Støpefuger og skader

Figur 2.43 d viser at fugeskadene er minst ved bruk av dybelløsning og når fugene skjæres, og størst med betonglire og fortanning. Ved permabane kan det oppstå problemer med støping mot banen ved feil støpeteknikk, se fig. 2.43 c. (Profilen skal kun ha vedheft til én side. Den andre siden skal behandles slik at vedheft hindres.) Fortanningsløsningen er komplisert å utføre. Spesielt ved de mindre golvtykkelsene vil løsningen kunne bli sårbar overfor mekaniske laster.



Fig. 2.43 e
Ukontrollert oppsprekking. Det har oppstått sprekker på begge sider av betongliren.

2.44 Etterbehandling

Type tiltak for å sikre betongens herdning i den første kritiske perioden etter utstøping er angitt for 33 golv. Når det gjelder første herdetiltak som normalt settes inn så raskt som praktisk mulig etter utstøping, ble fordelingen på de aktuelle metodene oppgitt å være som gitt i tabell 2.44.

Tabell 2.44
Valg av etterbehandling

Herdetiltak	Ingen	Vanning	Plastfolie	Membranherder
Fordeling, %	3	30	49	18

Til den videre herdning (etter 1 – 2 døgn) ble vann benyttet i svært liten grad. Det samme var tilfellet, men i mindre utstrekning, også for membranherdner. Både på golv som i første omgang ble vannet eller påført membranherdner, ble plastfolie trukket inn etter noen få døgn. Sikre opplysninger om hvor lang etterbehandlingstid var, kunne legges fram bare for et fåtall golv. I kap. 4 Betongoverflater, og kap. 6 Brukererfaring, er effekten av de ulike typene av etterbehandling omtalt nærmere.

3. Golvlaster

Belastningene på et industrigolv bestemmes av den produksjonen/virksomheten som foregår i lokalet. Dette gjelder både belastningstype og intensitet. I registreringsskjemaet ble det skilt mellom ganske mange ulike lasttyper. Ved behandling av de innsamlede dataene viste det seg at vi av og til hadde gjort en for fin oppdeling. Blant annet var det vanskelig for intervjuobjekter å skille mellom «slag og støt» og «fallende gjenstander». I slike tilfeller har vi derfor under vurderingen slått sammen påkjenninger. Det samme er også gjort når spesifiserte belastninger har resultert i «uoversiktlige» diagrammer. Dette gjelder f.eks. kjemikaliebebelastningen. For en del påkjenninger og skader er dessuten beskrevet den prosentvis fordelingen i stedet for å bruke en grafisk presentasjon når dette er vurdert hensiktsmessig. Ved befaringen var som nevnt ca. 25 % av golvene under ett år gamle. Flere var så «nye» at skader pga. belastninger ikke kan vurderes. I det etterfølgende er derfor alle registrerte belastningstyper tatt med, mens eventuelle skadeforløp kun vil gjelde noe «eldre» golv.

3.1 Mekanisk belastning

3.11 Hjullaster

De fleste undersøkte golvene ble utsatt for en eller annen form for hjullastning, kun 11 % av golvene hadde aldri trafikkbelastning. Mest vanlig var det at flere typer kjøretøy belastet det samme golvet. De største hjullastene på de ulike golvene kom vanligvis fra truck og jekketraller, noe som klart går fram av fig. 3.11 a. Det var bare i enkelte tilfeller at bilen representerte de største hjullastene. Dette er et forventet resultat da på- og avlasting i de fleste tilfellene skjer via ramper/sluser utenfor selve golvkonstruksjonen.

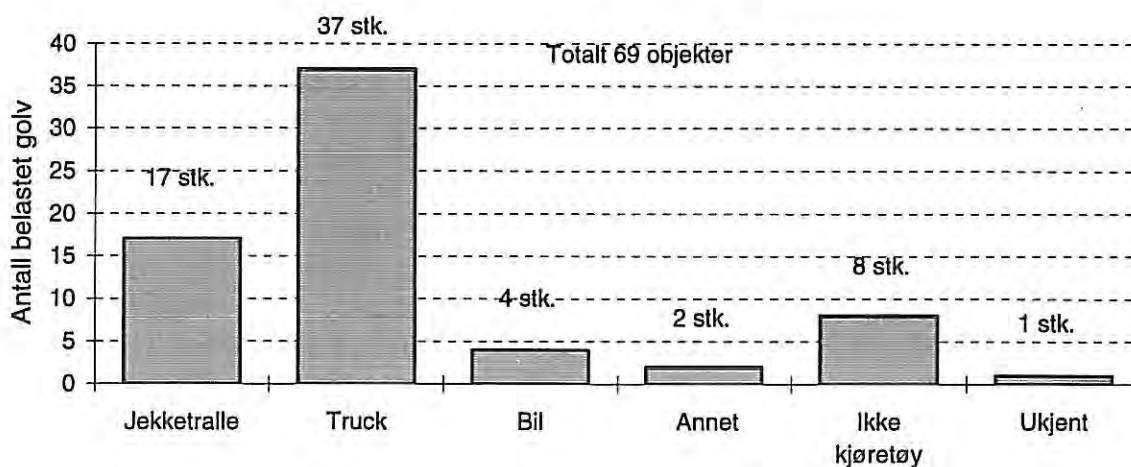


Fig. 3.11 a
Viktigste lasttyper på de enkelte golvene

Figur 3.11 b viser at over halvparten av kjøretøyene hadde totalvekter fra ca. 0,5 til 2,0 tonn. Dette er mindre laster enn hva en normalt skulle forvente for industrigolv og må ses sammen

med utvalget av golv innen de ulike industrigrenene. En faktor som i noen grad forklarer forholdet er bruk av ulike former for transportbånd og -baner som vi bl.a. registrerte i slakteri- og fiskeindustrien. Kjøretøy ble her vesentlig brukt for transport til og fra kjøle- og fryselerer. Kjøretøy med totalvekter ≥ 5 tonn ble bare registrert på 8,7 % (6 stykker) av golvene og hjullaster >5 tonn på 2,9 % (2 golv. Bil og truck i elektrokjemisk industri og lager med tyngre laster). Til fig. 3.11 b skal bemerkes at gruppen «uaktuelt» omfatter golv hvor hjullaster ikke forekommer og også golv som nettopp var «tatt i bruk».

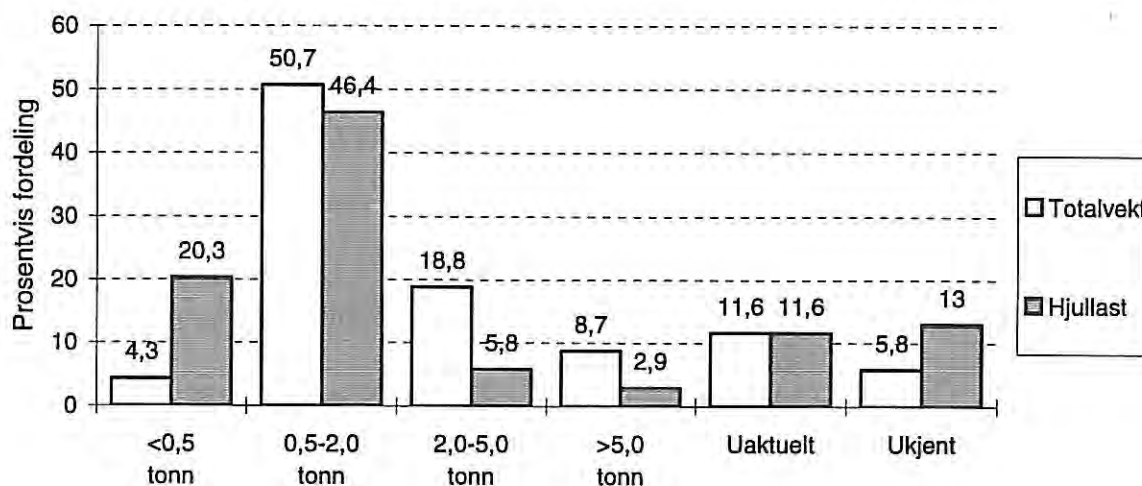


Fig. 3.11 b
Største totalvekter og hjullaster på kjøretøyene

Jekketraller og truck med last har som oftest betydelig høyere akseltrykk på foraksel (ved gaffel) enn bak. Belastningen på foraksel kan være opp til 4 ganger større. I fig. 3.11 b er aksellasten på forhjulene presentert som hjullaster (aksellast/2).

Figuren viser videre at ca. 45 % av hjullastene og ca. 50 % av totalvektene ligger i området 0,5 – 2,0 tonn. Dette innebærer derfor at de fleste hjullastene vil ligge nær 0,5 tonn og under når disse ses i sammenheng med kjøretøyenes totalvekter.

Da de fleste kjøretøyene enten var trucker eller jekketraller, var det overraskende å registrere en noenlunde jevn fordeling mellom kjøretøy som hadde henholdsvis hjul av harde materialer og av gummi, ca. 55 % mot ca. 45 %. I sistnevnte gruppe er også luftfylte hjul. Da kompakte hjul må regnes alltid å ha mindre lastfordelende flate enn luftfylte, vil disse gi størst påkjenning på golv. De skadene på overflatebehandlingen som ble registrert, var imidlertid tilsynelatende uavhengig av hjulmateriale.

Det skal også bemerkes at truck under kjøring vil forårsake mindre spenninger i golv enn en parkert truck. Undersøkelser referert i [1] har påvist at spenningene reduseres med ca. 15 % under kjøring. Kjøretøyet må stå stille i ca. 5 min. før maksimal spenning under hjulene nås. Den statiske hjullasten vil derfor gi de største lastene på golv. Under kjøring vil imidlertid slag, dreining, oppbremsing m.m. gi betydelige påkjenninger på overflaten. Disse påkjenninger synes imidlertid ikke å resultere i vesentlige sårskader, se fig. 3.11 c.

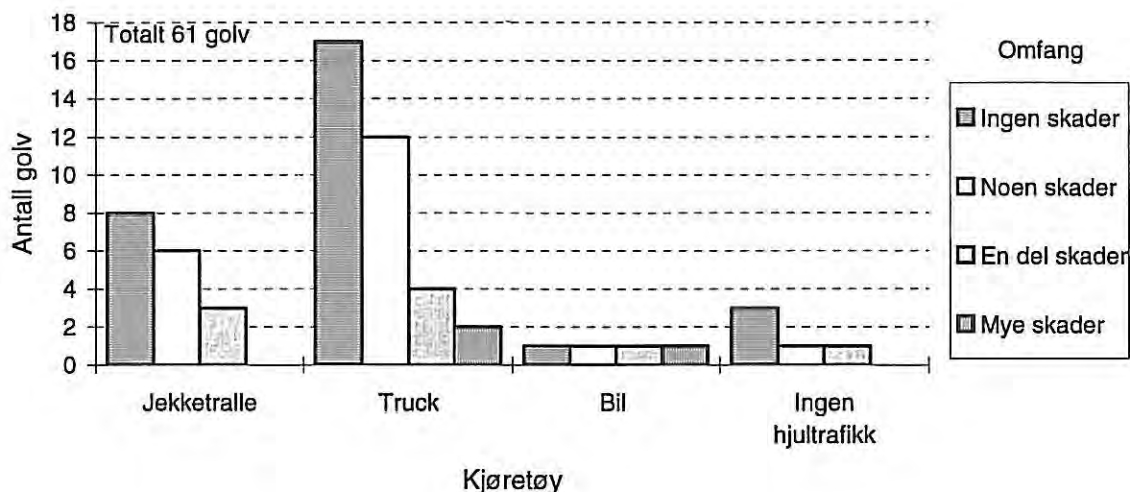


Fig. 3.11 c
Fordeling av skader på golv avhengig av type maksimallast

Skadebildet blir noe annerledes når man ser på fugene på de 58 golvne som ble utsatt for hjultrafikk. Graden av trafikk over fugene på disse golvne varierte: det ble oppgitt at ca. 70 % hadde «mye» trafikk og resten «noe». Den store overvekten av «mye» trafikk og fordi graderingen «mye» og «noe» trafikk for et intervjuobjekt alltid vil ha et preg av subjektivitet, gjør at trafikkmengde ikke er gradert. Undersøkelsen viser at ca. 50 % av fugene var bra, mens ca. 40 % var noe skadet og ca. 10 % mye skadet. Det at bare halvparten av fugene var tilfredsstillende, viser at hjultrafikk er en vesentlig årsak til golvska-

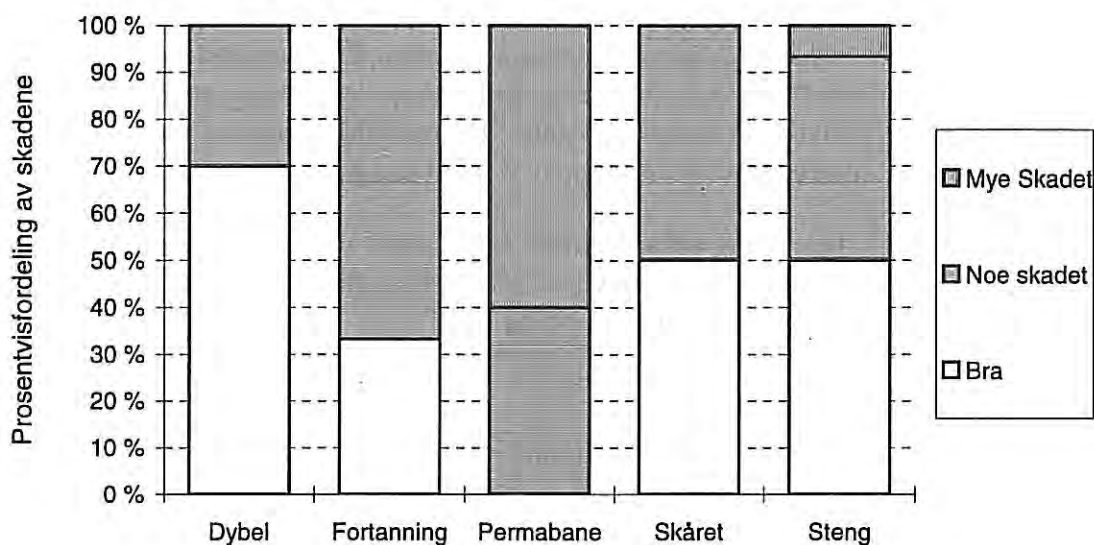


Fig 3.11 e
Prosentvis fordeling av skader over de ulike fugetypene

Av de 50 golvne hvor både fugetype og skader på fugene ble registrert, viser fig. 3.11 e at fuger med dybel hadde minst skader, mens golv med betonglirer hadde størst andel fugeska-

3.12 Punktlaster

Med punktlaster er det her tenkt på laster på arealer som spenner fra f.eks. reolbein til lastepaller. Omkring ¾ av golvne hadde slike laster. Punktlaster fordelt over større flater som f.eks.

paller, vil sjelden gi belastningsskader. På ca. 40 % av golvene som hadde punktlaster, fordelte lastene seg på flater 100 mm x 100 mm eller mindre. Det er først og fremst disse små lastflatene i kombinasjon med store laster (f.eks. høylager) som vil kunne gi vesentlige skader. I fig. 3.12 a har vi imidlertid tatt med registrerte punktlaster som er fordelt over en flate med dimensjoner mindre enn 200 mm x 200 mm.

Prosentvis fordeling

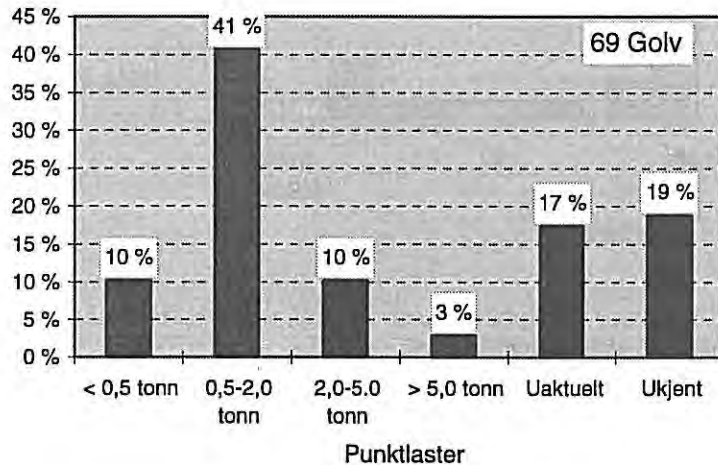


Fig. 3.12 a
Størrelse på punktlaster fordelt over flater ≤ 200 mm x 200 mm

For 17 % av golvene i fig. 3.12 a var punktlaster uaktuelle da dette var golv som var nye eller golv hvor lastene fordelte seg over flater større enn 200 mm x 200 mm. En ser videre at for golv som har punktlaster, er lastens størrelse ofte under 2 tonn. Det må betegnes som uventet at bare 13 % av golvene hadde punktlaster over denne verdien. Diagrammet viser imidlertid at det var hele 19 % av golvene hvor det ikke forelå opplysninger om lasttypen. Her kan det derfor skjule seg større punktlaster enn de registrerte. Til totalbildet hører også med at på to golv med spesielt store reollaster ble belastningen overført til egne fundamenter skilt fra selve golvkonstruksjonen.

De påkjenningene en gitt belastning påfører golvet, bestemmes av fordelingsflaten. Et mer nyansert bilde av punktlastenes størrelse krever at både last og flatestørrelse er kjent. Lastflatenes størrelse ble registrert for 38 av golvene, se fig. 3.12 b.

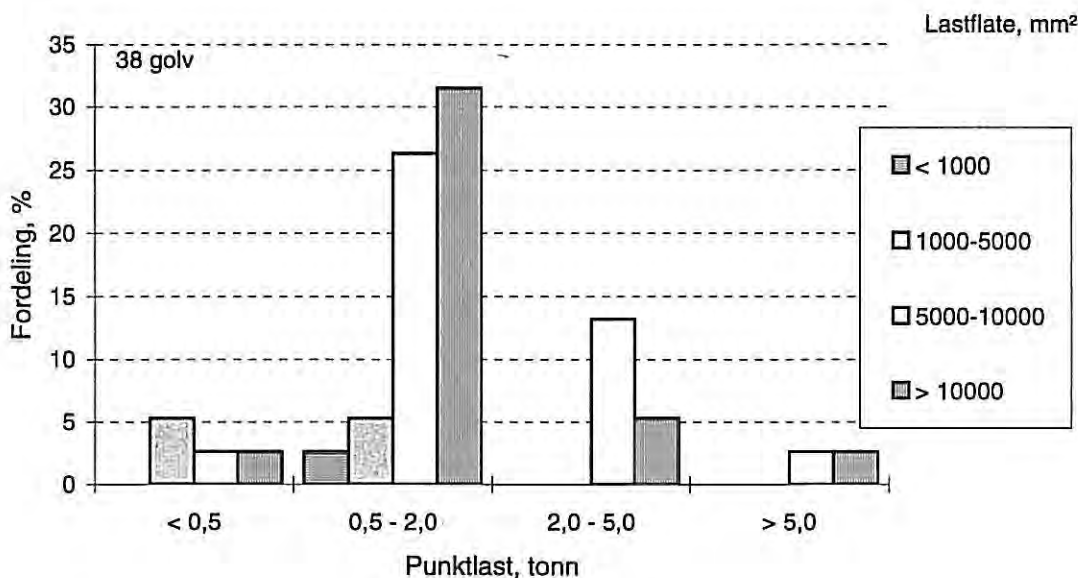


Fig. 3.12 b
Punktlastene og flatestørrelser

Omkring 43 % av punktlastene hvilte på flater som var mellom 100 mm x 50 mm (5 000 mm²) og 100 mm x 100 mm (10 000 mm²). 60 % av belastningen på disse flatene lå mellom 0,5 og 2,0 tonn, og ca. 15 % mellom 2,0 og 5,0 tonn. Mange lastflater var relativt store, over 30 % av lastflatene var > 10 000 mm², mens bare 2 – 3 % var < 1 000 mm². Mer sjelden forekom punktlaster > 5 tonn på lastflater < 5 000 mm². De registrerte punktlastene vil derfor ikke gi de helt store påkjenningene på golvene. Et eksempel på dette vil være punktlast på 1 tonn på en flate med størrelse 5 000 mm²):

$$\sigma = \frac{10000}{5000} = 2 \text{ N/mm}^2 \text{): liten påkjenning.}$$

3.13 Tunge gjenstander

For 19 % av golvene forekom tunge gjenstander, som f.eks. kabeltromler «av og til», mens belastningstypen var vanlig bare for 8 % av golvene. Disse golvene fant man først og fremst i bygningskategori «tungt lager». Her var over 50 % av lastene «tunge gjenstander», f.eks. pal-laster. Disse belastet golvene i hyppighet fra «sjelden» til «regelmessig».

Det ble ikke registrert skader som en entydig følge av tunge gjenstander. Lasttypen synes derfor normalt ikke å bety noe problem for golvene. Spesielt tungt utstyr plasseres normalt på egne fundamenter atskilt fra golvkonstruksjonen for øvrig.

3.14 Slag, støt og fallende gjenstander

Dynamiske påkjenninger som slag, støt, fallende gjenstander, rullende fat/tromler eller gjenstander som slepes over golvet ble på forhånd antatt å være en vanlig påkjenning på industri-golv. Selv om aktivitetene i en del av de industrigrenene som var representert i undersøkelsen burde medføre en tøff påkjenning på golvene, virket det ikke som om slag, støt o.l. ga de store problemene. Rundt 15 % av golvene fikk aldri slike påkjenninger, mens de i noen grad kunne forekomme på ca. 75 %.

For mindre enn 10 % av golvene ble det opplyst/registrert at golvene ble utsatt for direkte slag i en eller annen form. Den lave prosenten av hyppig fallende gjenstander var en annen noe overraskende registrering. Mest utsatt for slike påvirkninger er golvene i den våte næringsmiddelindustrien. Med løpeganger, kjøttkroker m.m. synes dette naturlig. Figur 3.14 viser at denne industrien, og kategorien tungt lager, kan ha «noen» slike påkjenninger, mens «hyppige» påkjenninger av denne typen altså bare forekom på få golv i undersøkelsen.

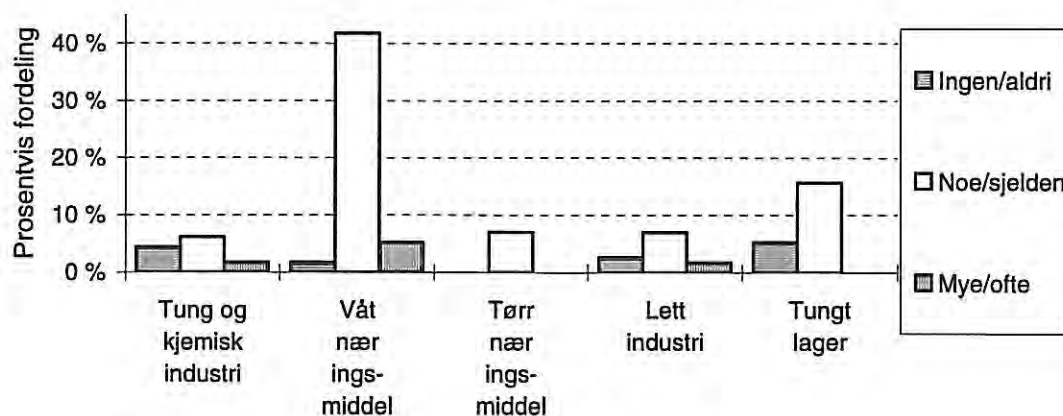


Fig. 3.14
Omfang av støt, slag og fallende gjenstander på golv i ulike industrier

Det ble ikke påvist noen klar sammenheng mellom slag og støt og de skadene som er registrert. Det skal her også pekes på at et golv kan få støt og slag av belastninger som i utgangspunktet ikke plasseres i denne kategori, f.eks. fra rullende trafikk på ujevn golvflate.

3.15 Slepning

En belastningstype som «slepene gjenstander» (f.eks. fiskekasser som trekkes over golvet) kan forventes å etterlate seg sår i overflaten. Hele 70 % svarte at gjenstander til en viss grad ble trukket over golvet. Påkjenningen ga ofte merker, men sjelden direkte sårskader.

3.2 Kjemikaliebelastning

Kjemikalier i en eller annen form vil være en vesentlig påkjenning på golv i en rekke ulike typer industri. Her har vi sett på den kjemikaliepåkjenningen som kan knyttes direkte til produksjonen, f.eks. i slakterier og fiskeindustri, og den belastningen som skyldes drypp fra utette rørsystemer og direkte søl. Renholdsmidler er ikke tatt inn. Undersøkelsen viser at oljer og organiske syrer var de vanligste belastningene på de 48 golvene som ble utsatt for kjemikalier. 13 golv ble ikke utsatt for slik belastning, mens det var ukjent om de 8 øvrige golvene fikk kjemikaliebelastning.

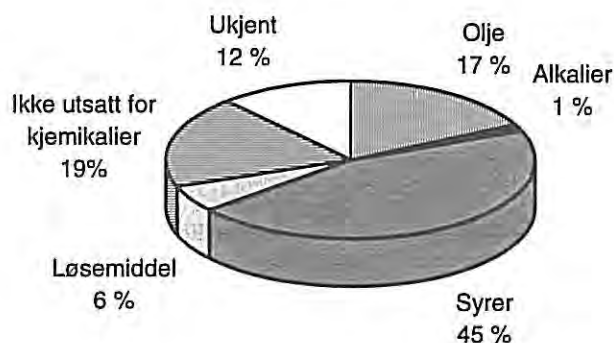


Fig. 3.2 a
Kjemikaliebelastning

Figur 3.2 a viser fordelingen av de ulike kjemikalietyper som ble registrert. Den store andelen av golv som utsettes for syrer, må ses på bakgrunn at mange av de undersøkte golvene var fra fiskeindustrien. Det ble registret at kjemikaliebelastningen på golv i våt næringsmiddelindustri i det alt vesentlige var organiske syrer (95 %) og alkalier (5 %), mens olje var den største gruppen kjemikalier i øvrige industrier.

Figur 3.2 b viser hvordan den totale kjemikaliebelastningene fordeler seg på de ulike industrier. Når syrer altså er den dominerende kjemikaliebelastningen i våt næringsmiddelindustri, og betong generelt har svært begrenset motstandsevne mot syrer, forklarer det at de fleste av disse golvene er «beskyttet» med en egen overflatebehandling (se kap. 4 Overflatebehandling). Kjemikaliebelastningen var naturlig nok størst i produksjonslokalene, og det var syrebelastning som dominerte (74 %).

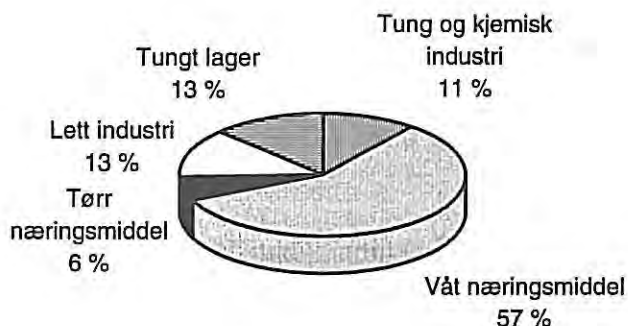


Fig. 3.2 b
Kjemikaliebelastning og industri

I våt næringsmiddelindustri var ca. 20 % av golvoverflatene stålglattet betong. (En stålglattet flate tåler fortynt organiske syrer relativt bra så lenge glattehuden er intakt og flaten rengjøres effektivt hver dag), ca. 10 % hadde belegg av keramiske fliser og ca. 70 % plastbelegg eller en impregnering. Av disse beleggene var ca. 40 % «intakte», mens resten var fra «noe

avskallet» til nedslitt. Dette tyder derfor på at årsaken til skadene mer var naturlig slitasje enn kjemikaliepåvirkning. Denne vurdering styrkes av at det «generelle inntrykket» av alle golv som ble påvirket av organisk syre, ble vurdert som fra «meget bra» til «bra» i 70 % av tilfellene og kun 30 % som lite bra. Det skal imidlertid bemerkes at bruker var skuffet over om lag halvparten av golvene (Urealistiske forventninger?).

3.3 Sammenfatning

Feltundersøkelsen viste at ingen av de utvalgte golvene fikk mekaniske eller kjemiske belastninger av dramatisk betydning for golvets funksjon på kort sikt. Den viste også at man må forvente hjulbelastninger større enn 2 tonn, mens laster over 5 tonn vil være mer sjelden. Hjulene på kjøretøy for innendørs bruk vil i hovedsak være, eller i framtiden bli, utstyrt med harde plastfelger. Statistiske hjullaster vil gi større påkjenning på golvene enn dynamiske. Punktlaster fra reoler, mesanin- eller høylager må forventes å være > 5 tonn. Disse vil hvile på lastflater med største areal 100 mm x 100 mm. Tunge laster fra paller o.a. vil normalt ikke skape spesielle problemer for et industrigolvs levetid.

Kjemikaliebelastningene på industrigolv domineres av organiske syrer i næringsmiddelindustrien og oljeprodukter i industrien for øvrig. Dette betinger at betongen i næringsmiddelindustri beskyttes med belegg, mens noe oljesøl sjelden vil bety noe stort problem for rene betongflater.

Ut fra undersøkelsen kan derfor følgende dimensjoneringskriterier legges til grunn når ikke belastningstype og -størrelse er nærmere angitt:

1. Hjullaster må settes til minst 2 tonn
2. Harde hjul av f.eks. stål eller fenolpast må legges til grunn
3. Punktlast på en flate 100 mm x 100 mm må settes til minimum 5 tonn

I NS 3479 *Prosjektering av bygningskonstruksjoner. Dimensjonerende laster* er største hjullast satt til 3 tonn og punktlast på en flate 100 mm x 100 mm til 0,5 tonn (se Anvisning 36 fra Byggforsk, kap. 2 Krav og forskrifter). Ovennevnte registreringer fra feltundersøkelsen viser at hjullasten i standarden stemmer relativt bra, mens punktlasten er satt altfor lavt.

3.4 Henvisning

[3.4.1] Design and Construction of industrial floor. J.O'Brien m.f. Cement and Concrete Association of Australia. 1973.

4. Golvoverflater

4.1 Betongoverflater

4.1.1 Innledning

Spesifiserte krav til ferdig flate for støpte belegg i NS 3420 kap. T er begrenset til overflatetoleranser (helningsavvik, svanker og bulninger). Videre kreves at flaten skal være uten sprang og grater, at fuger/støpeskjøter skal danne estetisk og teknisk tilfredsstillende forbindelser og at belegget skal tåle de påkjenninger det forutsettes å bli utsatt for (frost, kjemikalier osv.).

Direkte krav når det gjelder sprekkdannelser er altså ikke spesifisert. Samtidig betraktes gjerne rissdannelser som en svært sentral faktor ved kvalitetsvurdering av et støpt industrigolv.

I dette underkapittel er resultater fra de overflatekontroller som inngikk i «feltundersøkelsen» presentert. Bredder på samtlige påviste riss ble oppmålt på et fåtall av golvene. Som oftest ble det imidlertid benyttet en enklere prosedyre hvor mengde riss, maks. og «typisk» rissbredde ble kartlagt (jevnfør utvalgskriteriene i tabell 4.1). Rissbredder ble alltid målt med lupe med inndeling 0,05 mm eller en spesiell rissmal.

I forbindelse med overflatesår ble det ikke foretatt noen systematiske målinger. Som sår ble regnet alt fra små fordypninger som kunne skyldes fremmedpartikler i tilslaget til større knusninger.

Overflateavviket ble målt med en 2 m lang rettholt og en gradert målekile (avlesningsnøyaktighet 0,5 mm). Avviket ble målt langs rettholten for hver 0,25 m. Måleprinsippet er nærmere beskrevet i Anvisning 36 fra Byggforsk, kap. 2.31 Måleprinsipp og prosedyre.

4.1.2 Riss og sprekker

I golvsammenheng vil forskjellen mellom riss og sprekker være definert som akseptabelt eller ikke, dvs. riss kan man som oftest «leve med», men ikke sprekker. Svært ofte er grensen for akseptable/uakseptable riss visuelt betinget. Riss som er $\geq 0,3$ mm og uten vesentlige fargekontraster vil vanligvis ikke oppfattes av øyet på avstander over 1 meter. I denne sammenheng settes derfor grensen for riss til $\leq 0,3$ mm, selv om sprekker mellom 0,3 og 0,5 mm mer sjelden har betydning for drift og teknisk levetid. I den videre behandlingen vil imidlertid riss bli brukt som generell betegnelse der det ikke er direkte fokusert på bredder.

For karakterisering av rissmengde og -type, ble det i undersøkelsen benyttet evalueringskriterier i samsvar med tabell 4.12 a.

Tabell 4.12 a
Karakterisering av rissmengde- og type

Karakter	Kriterier
Ubetydelig	Få riss, bredde < 0,1 mm. Lite visuelt skjæmmende og ingen betydning for golvets funksjon
Noe	Enkelte riss opp mot 0,2 – 0,3 mm. De kan i enkelte tilfeller være visuelt skjæmmende, men har sjelden direkte betydning for golvets funksjon og levealder. Et unntak her vil være golv med behov for væsketetthet
Mye	Omfattende rissdannelse, ofte opprissing i ruter (krakelering). Flere og/eller store sprekker

Rissdannelser i golvene fra feltundersøkelsen er med disse evalueringskriteriene gitt i tabell 4.12 b.

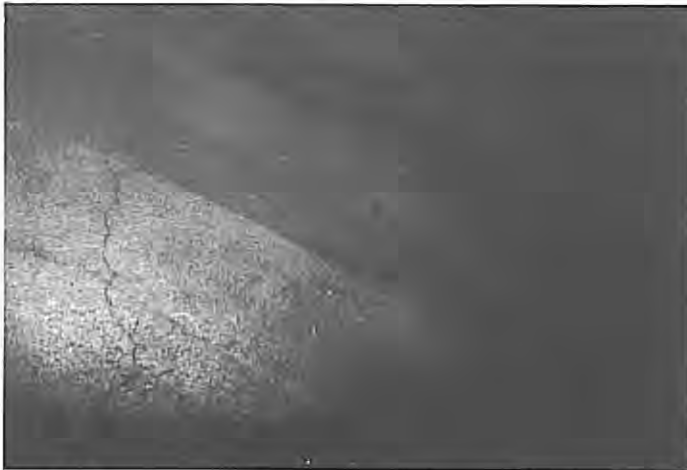


Fig. 4.12 a
Vanlig opprissing i golv

Tabell 4.12 b
Rissdannelser registrert i feltundersøkelsen

Riss	Antall golv	Prosentvis fordeling
Ubetydelig	29	42
Noe	17	25
Mye	22	32
Ukjent	1	>1
Totalt	66	100

Disse resultatene bekrefter at rissdannelse i betonggolv er svært vanlig. Men samtidig ser man at det er fullt mulig også å støpe golv uten at riss behøver å representere noe problem. Det skal bemerkes til tabellen at de tre golvene med keramisk fliser er utelatt.

For 6 rene betonggolv, hvor bruker klaget over oppsprekkingen, ble sprekkebredder målt. Vi forsøkte på disse golvene å få med flest mulig riss og sprekker. På de enkelte golvene ble mer enn 100 riss målt opp. Enkelte riss må en imidlertid alltid regne med vil bli oversett.

Innredning og utstyr på golvet for øvrig gjør også at ikke alle riss fanges opp. Resultatene av oppmålingen gjengis i tabell 4.12 c sammen med opplysninger som ble gitt om golvbetonen.

Tabell 4.12 c
Golvdatabe og målte riss/sprekkvidder

Golv nr.	Golvtykkelse mm	Betongkvalitet	Sand 0–8 mm kg	Pukk 8–16 mm	P- el. SP-stoff kg	Sement MP 30 kg	v/c-tall	Målte riss/sprekkvidder mm			Beregnet svinn ut fra oppmålte riss/sprekker mm/m	
								Middel	Maks.	Min.	Middel	Variasjonsområde
1	50–120	C 25	–	–	–	–	–	0,35	0,7	0,1	0,17	–
2	90–120		–	–	–	–	–	0,65	1,2	0,2	0,22	–
3	120	C 25	–	–	2,00	250	0,61	0,85	1,4	0,4	0,40	0,3–0,5
4	120	C 25	1100	850	0,84	280	0,53	–	–	–	0,29 ¹⁾	0,2–0,4
5	150	C 35	1077	758	4,10	345	0,52	–	0,6	0,1	0,37	0,2–0,5
6	150	C 35	1124	137	2,00	340	0,55	0,2	0,55	0,05	0,34	0,3–0,4

¹⁾ Bestemt ut fra oppmålt totalsvinn av bredden på et støppefelt

Tabell 4.12 c viser at betongsvinn ut fra oppmålte riss var betydelig mindre enn hva som angis i litteraturen som forventet totalsvinn. En årsak til dette kan som før nevnt, være at vi ikke fikk målt opp alle riss. Relaksjon (avspenning) kan også ha bidratt til at det måles mindre svinn enn beregnet. Det er imidlertid et tankekors at brukere anså de oppmålte golvene for å ha for mye sprekker. Denne vurderingen vil selvfølgelig være subjektiv og ofte være basert på forventet ytelse av golvet, som kan være urealistisk.

For golv 2 i tabell 4.12 c kan anmerkes at midlere rissbredde er spesiell høy. Her har armeringen ikke gitt en ønsket fordeling av svinn på mange og tynne riss.

Riss i størrelsesorden som er angitt i tabell 4.12 c, kan være visuelt skjemmende på betongflater dersom de opptrer på områder hvor man forventer et «pent» golv, f.eks. i arealer hvor kunder har adgang. Funksjonelt har imidlertid slike riss som oftest mindre betydning (unntatt golv nr. 2 og golv med behov for væsketetthet).

Tabell 4.12 d viser opprissing på golv med og uten overflatebehandling. Tabellen viser at støvbinding og herdeplast skiller seg ut henholdsvis i negativ og positiv retning. Her vil herdeplastens «rissoverbyggende» egenskap være årsak til lite synlige riss på disse golvene, mens en støvbinding som oftest gjør riss mer framtrædende. Det skal imidlertid bemerkes at de tre golvene med hardbetong i undersøkelsen hadde få riss. Det generelle bildet på dette punktet er imidlertid ikke like entydig.

Tabell 4.12 d
Riss på golv med ulike overflatebehandlinger

Type overflate- behandling		Omfang av riss				
		Mye	Noe	Ubetydelig	Ukjent	Totalt
Ingen	Antall golv	4	4	6	0	14
	Fordeling	29%	29%	43%	0%	100%
Støvbinding	Antall golv	10	6	6	0	22
	Fordeling	45%	27%	27%	0%	100%
Hardbetong	Antall golv	0	0	3	0	3
	Fordeling	0%	0%	100%	0%	100%
Herdeplast	Antall golv	2	5	13	0	20
	Fordeling	10%	25%	65%	0%	100%
Keramiske fliser	Antall golv	0	1	1	1	3
	Fordeling	0%	33%	33%	33%	100%
Masterplate	Antall golv	2	1	0	0	3
	Fordeling	67%	33%	0%	0%	100%
Annet	Antall golv	1	0	0	0	1
	Fordeling	100%	0%	0%	0%	100%
Ukjent	Antall golv	3	0	0	0	3
	Fordeling	100%	0%	0%	0%	100%
Totalt	Antall golv	22	17	29	1	69
	Fordeling	32%	25%	42%	1%	100%

Rissenes plassering ut fra trafikkklaster, rissmønster etc. ble også vurdert. Det karakteristiske bildet består i at rissene er vilkårlig plassert og opptrer i et uregelmessig mønster. Bare på ca. 12 % av golvene ble det påvist en klar sammenheng mellom rissutvikling og trafikken intensitet. Dersom riss først opptrer i trafikksonen, er knusninger av risskantene ganske vanlig. Riss med knusninger har normalt bredder over 0,5 – 0,6 mm («sprekkstørrelse»), se foto i fig. 4.12 b.

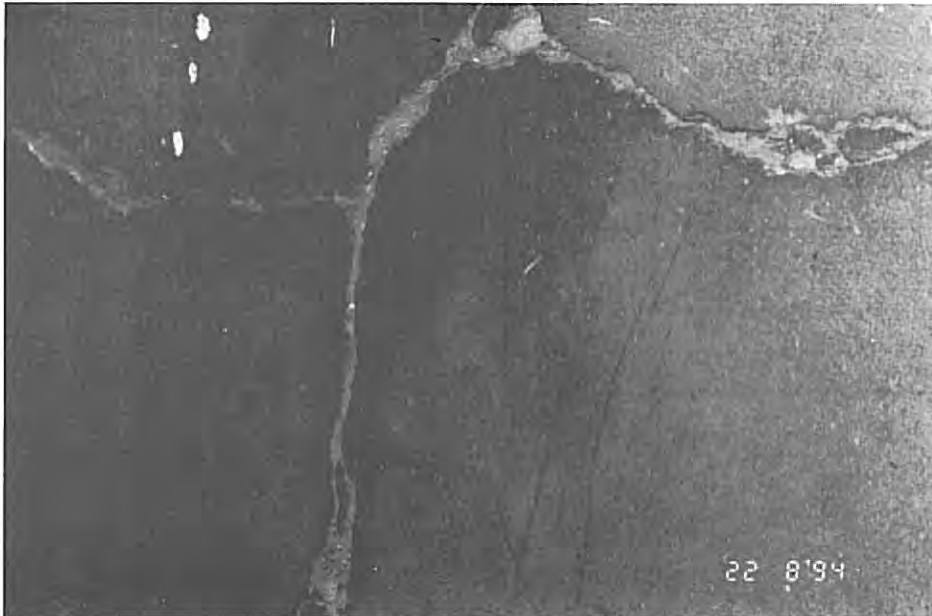


Fig. 4.12 b
Riss med knuste kanter

Sammen med rissene opptrer ikke sjelden tendens til skåling eller kantroising. Slike skader er typisk ved påstøp, men kan også opptre for ett-sjikts golv, se foto i fig. 4.12 c.

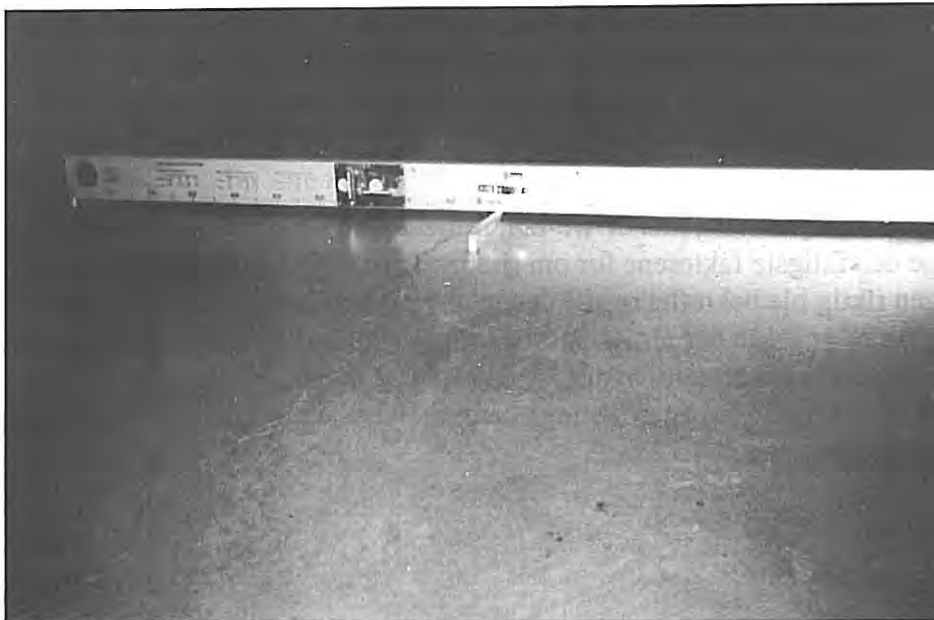


Fig. 4.12 c
Golv på grunn eller påstøp får ofte kantroising ved gjennomgående sprekker. I feltundersøkelsen ble kantroising registrert ved å plassere en rettholt over sprekken.

I tabell 4.12 e er registreringer av kantroising i feltundersøkelsen tatt inn. Til evalueringen av størrelse på kantroisingen skal nevnes at «antydning» innebærer at skålingen bare kan registreres ved bruk av 2 m rettholt, og «noe» betyr en oppbøyning på mindre enn 2 mm. Figur 4.12 d viser at golv med lite riss også har liten kantroising ved de rissene som finnes. Her er det nærliggende å tenke på at lite riss indikerer lite svinn og godt proporsjonert betong, men selv golv med mye riss kan ha liten kantroising. Det siste viser at selv om det blir mye riss, kan f.eks. gode herdebetingelser redusere faren for kantroising.

Tabell 4.12 e
Registrering av kantroising

Kantroising	Antall	Prosentvis fordeling
Ingen	36	52
Antydning	13	19
Noe	6	9
Mye	4	6
Ukjent	10	14

Antall golv

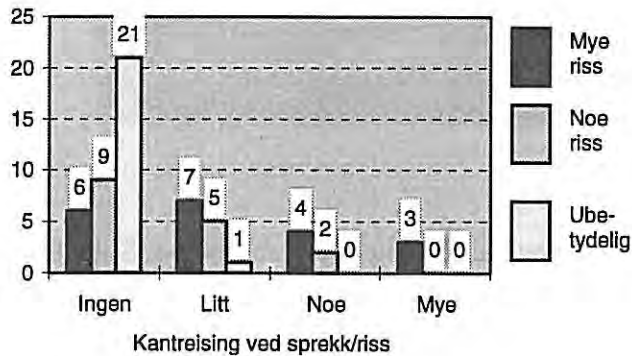


Fig. 4.12 d

Diagrammet viser en klar sammenheng mellom ubetydelig med riss og liten kantroising, men også at mye riss nødvendigvis ikke vil bety kantroising.

Som påpekt i kap. 2 Konstruksjoner er v/c-tall, sementmengde, armerings plassering og herdebetingelsene de viktigste faktorene for om rissdannelse skal opptre. Betydningen av å plassere armeringen riktig ble bekreftet også i denne undersøkelsen. Figur 2.34 b (i punkt 2.34) viser dette for de 28 golvene der armeringsplassering er kjent. «Armeringsplassering i midten» angir plassering $\frac{1}{2} t \pm 10$ mm, hvor t = tykkelsen på betonggolvet. Forholdet mellom rissdannelse og armeringsmengde (type nett, ev. jern) som omfatter 51 golv på grunn, er presentert i tabell 4.12 f.

Tabell 4.12 f

Type armering og rissdannelse for 46 golv på grunn og 5 etasjeskillere

Armeringstype		Omfang av riss			
		Mye	Noe	Ubetydelig	Totalt
P 091	Antall golv	0	1	0	1
	Fordeling	0 %	100 %	0 %	100 %
K 131	Antall golv	4	3	3	10
	Fordeling	40 %	30 %	30 %	100 %
K 189	Antall golv	6	1	4	11
	Fordeling	55 %	9 %	36 %	100 %
K 257	Antall golv	2	5	6	13
	Fordeling	15 %	38 %	46 %	100 %
K 335	Antall golv	2	0	0	2
	Fordeling	100 %	0 %	0 %	100 %
Jern	Antall golv	2	1	6	9
	Fordeling	22 %	11 %	67 %	100 %
Jernl (etasjeskillere)	Antall golv	0	2	3	5
	Fordeling	0 %	40 %	60 %	100 %
Totalt	Antall golv	16	13	22	51
	Fordeling	31 %	25 %	43 %	100 %

Armeringsnettene P 091 og K 335 var lite brukt (representerer ett henholdsvis to golv). For golv med de langt mer brukte K 131 og K 189 er rissproblemene størst og langt større enn der det grovere nettet K 257 er benyttet. Minst rissproblem ble imidlertid påvist der armeringsjern er lagt inn. Disse resultatene indikerer derfor at de tynnere armeringsnettene absolutt ikke bør velges i golv for industriformål. For mange aktuelle golvtykkelser vil – som presisert i Byggforsks anvisning 36, de lettere nettene K 131 og K 189 ikke tilfredsstille kravene til minimumsarmering etter NS 3473.

Når rissmengden er «kjent» for en så stor del av golvne, til tross for at mange hadde belegg-/overflatebehandling, henger det sammen med at riss kan registreres gjennom en støvbinding og i noen grad en herdeplast. Dette gjelder spesielt i de tilfellene hvor riss oppstår eller endres etter at golvet ble overflatebehandlet.

I tabell 4.12 g er omfang av riss gitt i forhold til v/c-tall og fig. 4.12 e viser dette grafisk. Tabell og figur viser at det er god sammenheng mellom betongens v/c tall og opprissingen, dvs. rissmengden øker med v/c-tallet.

Tabell 4.12 g
Omfanget av riss i forhold til v/c-tall

v/c-forhold		Omfang av riss			
		Mye riss	Noe riss	Ubetydelig	Totalt
< 0,45	Antall golv	0	0	1	1
	Fordeling	0 %	0 %	100 %	100 %
0,5	Antall golv	1	1	1	3
	Fordeling	33 %	33 %	33 %	100 %
0,55	Antall golv	2	1	3	6
	Fordeling	33 %	17 %	50 %	100 %
0,6	Antall golv	5	2	2	9
	Fordeling	56 %	22 %	22 %	100 %
0,7	Antall golv	6	4	0	10
	Fordeling	60 %	40 %	0 %	100 %
0,8	Antall golv	1	0	0	1
	Fordeling	100 %	0 %	0 %	100 %
Totalt	Antall golv	15	8	7	30
	Fordeling	50 %	27 %	23 %	100 %

Fordeling, %

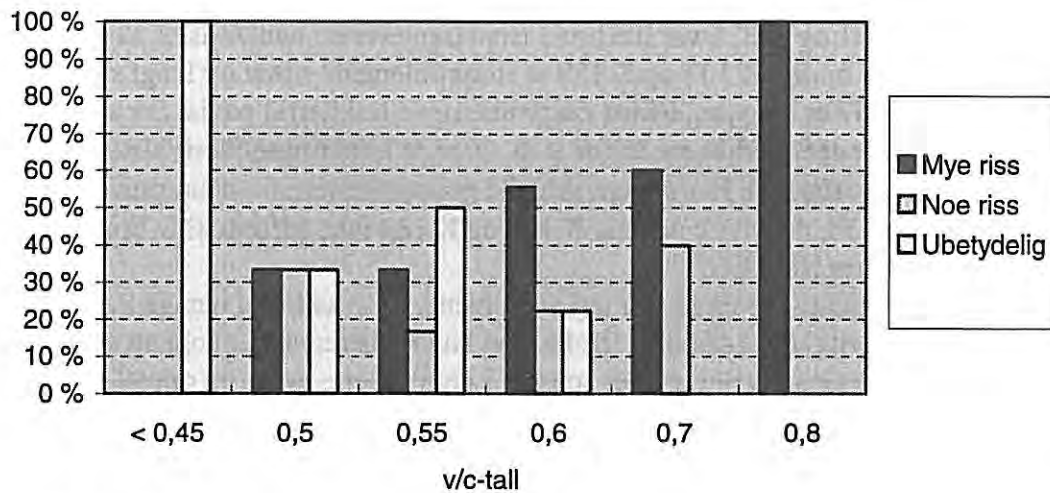


Fig. 4.12 e
Omfang av riss sett i forhold til v/c-tall. Diagrammet omfatter 30 golv.

I figur 4.12 f er rissomfang i avhengighet av første herdetiltak gjengitt. Resultatet må ses på bakgrunn av at det er få golv i gruppen «ingen» (dvs. 1 stk) og «membranherder» (dvs. 6 stk). Når resultatene ikke er blitt mer entydige, må en videre være klar over at data som langt på vei baserer seg på hukommelse hos entreprenør, byggherre e.a. lett vil kunne bli unøyaktige. I hvilken grad plastfolien dekket hele flaten, hvor lenge folien fikk ligge i ro, om vanning også ble utført gjennom den påfølgende weekenden e.l., er alle eksempler på faktorer som normalt regnes å være viktige for resultatet. Slike data finnes imidlertid sjelden i beskrivelser, møtereferater o.l.

Både feltundersøkelsen og de generelle erfaringene viser at dekking med plastfolie er den mest brukte etterbehandling (ofte med vanning under folien etter 1 døgn).

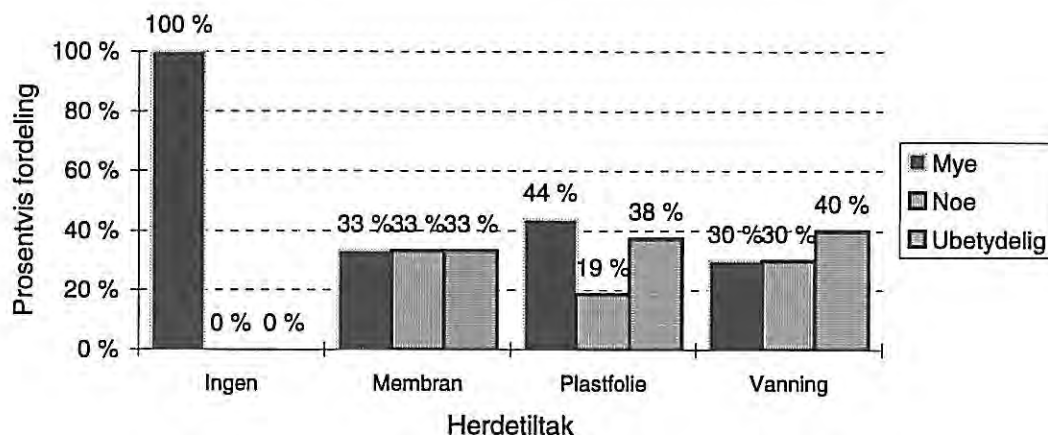


Fig. 4.12 f
De ulike herdebetingelsenes betydning for sprekke dannelser. Diagrammet omfatter 33 golv.

De vanligste sprekkebreddene som ble funnet på golvene, er presentert i tabell 4.12 h. Som det framgår av tabellen, hadde 35 % av golvene rissbredder over 0,5 mm. Dette betyr at for minst 1/3 av golvene representerer riss klare problemer.

Tabell 4.12 h
Typiske riss- og sprekkevidder

Overflatebe- handling -	Riss/sprekkebredde mm					Totalt
	< 0,2	0,2 – 0,5	0,5–1,0	> 1,0	Ukjent	
Annet	0	0	0	1	0	1
Hardbetong	2	1	0	0	0	3
Herdeplast	10	3	1	0	6	20
Ingen	5	1	4	2	2	14
Keramikk	0	1	0	0	2	3
Stålspon	0	1	1	1	0	3
Støvbinding	3	2	8	4	5	22
Ukjent	0	0	1	0	2	3
Antall golv	20	9	15	8	17	69
Prosentvis fordeling	29 %	13 %	22 %	12 %	25 %	

Figur 4.12 g viser de 25 golvene hvor rissbredden ble målt og armeringsplassering var kjent. For de 15 golvene med registrert sprekkebredde over 0,5 mm lå armeringen for 11 i «bunn», mens de øvrige fire hadde armeringen i «midten».

Antall
golv

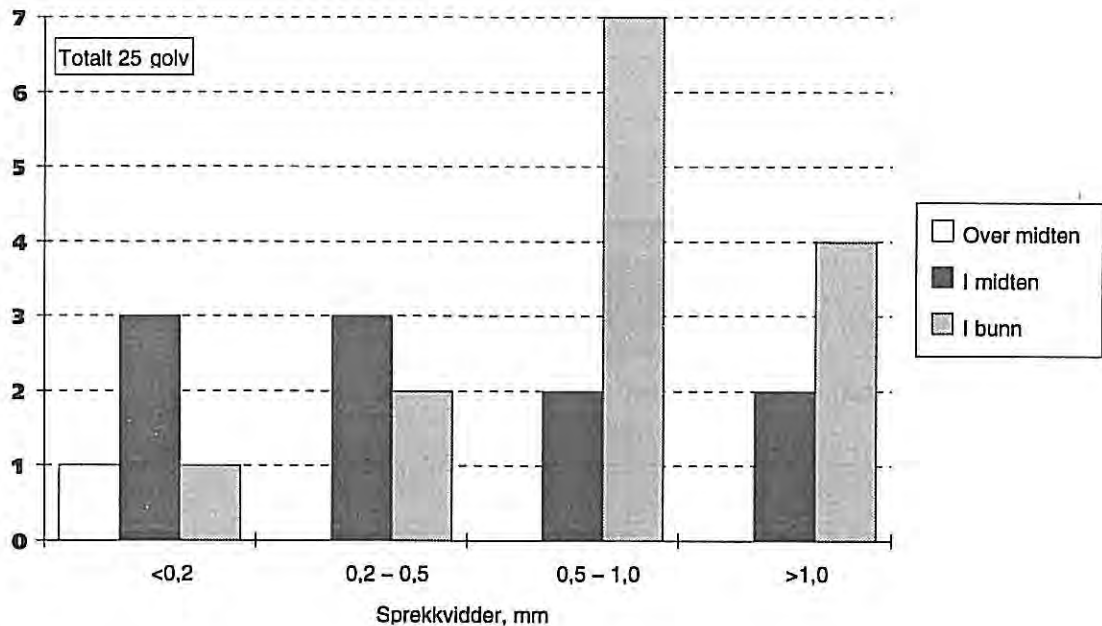


Fig. 4.12 g
Forhold mellom plassering av armering og sprekkvidder

4.13 Overflatesår

Skader i overflaten i form av direkte sår eller knusninger i ren betongoverflate ble registrert på vel 40 % av golvene. Andelen med mer alvorlige sårskader (der dybder på sårene var større enn ca. 2 mm) var ca. 15 %. I ca. 50 % av tilfellene var det mulig å føre slike skader tilbake til den generelle belastningen på golvet. Andre overflateskader kunne føres tilbake til tilfeldige slagpåkjenninger i form av spisse gjenstander som faller ned o.l. Typisk for de overflateskadene man ikke fant fullgod forklaring på, var redusert overflatefasthet pga. mangler ved betongens sammensetning og selve utførelsen (trebiter e.l. i tilslaget, svakt toppsjikt på grunn av separasjon, mangelfull etterbehandling osv.).

Sår i form av mindre eller større knusninger av sprekkanter er også relativt vanlig. I undersøkelsen ble det anmerket slike skader på 21 golv; eksempel på skadetyper er vist i fig. 4.12 b. Dette betyr at knusninger ble registrert på de aller fleste golvene med sprekkbredder over 0,5 mm. Knusningsskader forårsakes som kjent nesten alltid av hjullaster. Påkjenningene på sprekkantene øker med økende sprekkbredde og med størrelsen på vertikale relativbevegelser over sprekken ved trafikk.



Fig. 4.13
Fotoet viser knusning av sprekkanter.

4.14 Overflateavvik – feltmålinger

Kravene til overflateavvik er gitt i Byggforsks anvisning 36, kap. 2 Krav og forskrifter, pkt. 2.342 Spesifiserte krav til golv etter NS 3420. I samme kapittel, pkt. 2.35 Vurdering av måleresultater for svanker og bulninger er det dessuten tatt inn en annen fortolkning enn den NS 3420 bygger på. Man bedømmer golvets planhet etter en såkalt normalfordelingsmetode, dvs. hvordan de enkelte svankene og bulene fordeler seg rundt et middeltall. Svanker og buler ble målt på i alt 30 golv. Den prosentvise fordeling av overflateavvikene framgår av fig. 4.14 a.

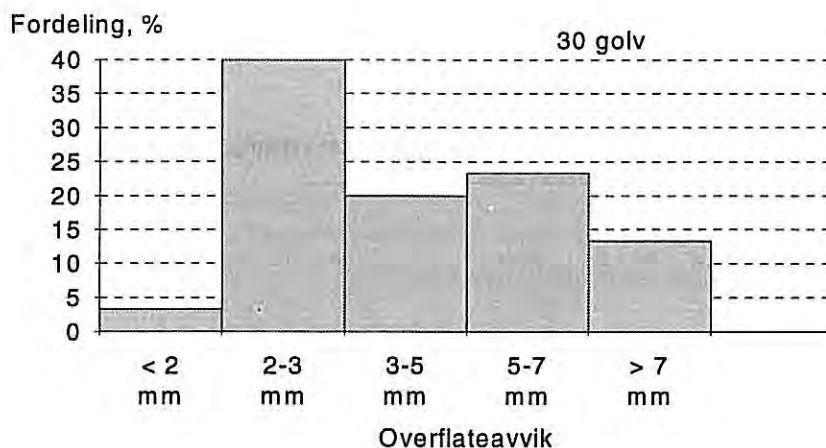


Fig. 4.14 a
Fordeling av overflateavvik

Som figuren viser, hadde over 60 % av golvene overflateavvik som var ≤ 5 mm og ca. 85 % avvik ≤ 7 mm. Disse relativt små avvikene var noe overraskende ut fra signaler som er mottatt fra bransjen om at man hadde vansker med å oppfylle kravene i NS 3420.

For å få et mer korrekt bilde av enkeltgolv, ble åtte av golvene målt opp systematisk. Disse var tilfeldig valgt ut og hadde en viss geografisk spredning, se tabell 4.142 b. På golvene ble bl.a. planheten kontrollert grundig. Overflatejevnheten ble vanligvis målt langs to kryssende profiler som fortrinnsvis ble lagt der det på de enkelte golvene var en fri golvflate fra vegg til

vegg (dvs. målestrekk som ikke ble delt opp av fastmontert inventar o.l.). Hvert profil ble målt opp i sin fulle lengde med 0,25 m intervaller for svanker og bulninger og 2 m for helningsavvik. Til eksempel vises i figur 4.14 b profilenes plassering på golv nr. II, fra tabell 4.142 b. Oppmålte lengdeprofiler på langs og tvers av dette golvet er vist i fig. 4.14 c.

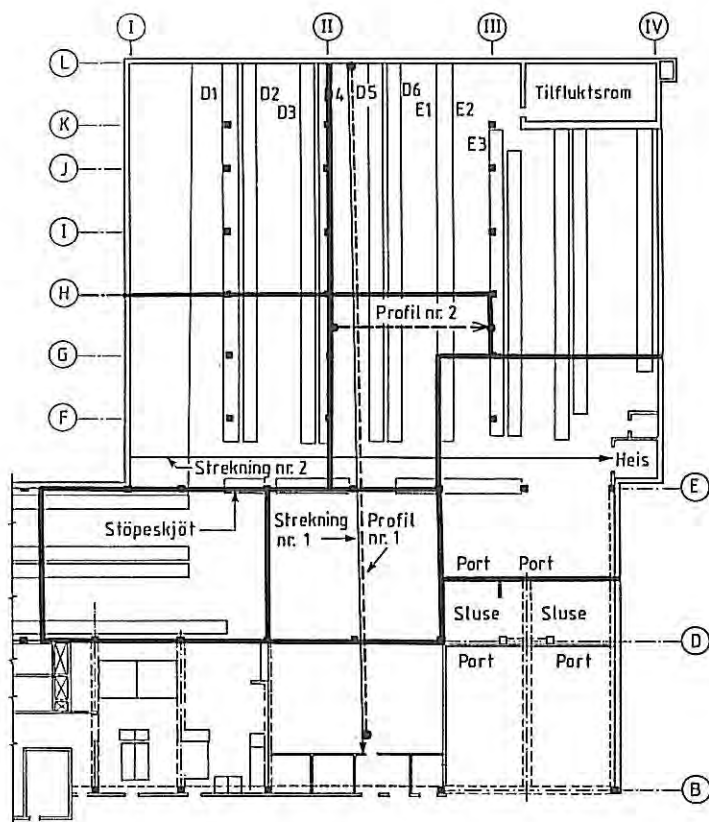
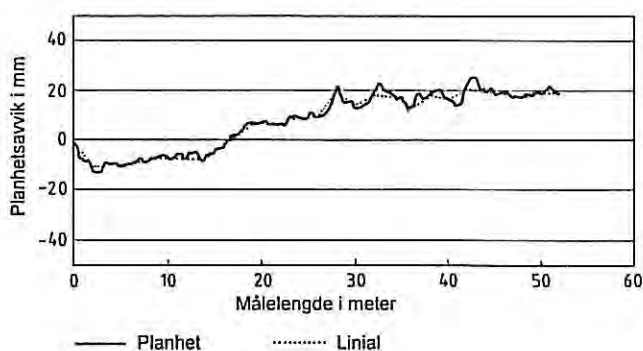


Fig. 4.14 b
 Profiler og støpeskjøter på golv nr. II. Feltinndelingen virker vilkårlig. Stedvis er støpeskjøtene lagt i forbandt og feltstørrelser varierer svært mye.

Profil 1



Profil 2

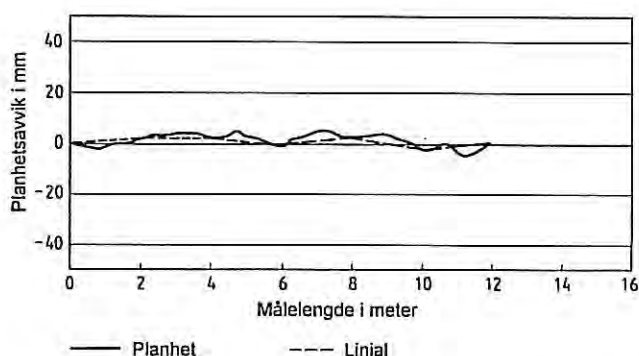


Fig. 4.14 c

Lengdeprofiler for golv nr. II, profil nr. 1 viser at retningsavviket over ca. 50 m ikke er større enn ca. 20 mm. Overflatejevnheten er dessuten så bra at overflateavviket på begge profilene vil tilfredsstille toleransekravet på ± 5 mm målt over en målelengde på 2 m, se fig. 4.15 a.

4.141 Helningsavvik

Ifølge NS 3420 vil kravene til helningstoleranse enten være den helningen golvet har fra byggets ytterkant til ytterkant eller fra vegg til vegg innenfor et enkelt rom. For å unngå misforståelser må kravdefinisjonen oppgis, spesielt dersom bygget har dekker med overhøyde. Krav til eventuelle fall må angis spesielt.

Toleransekravene er uttrykt i ‰ (mm/m) av målelengden, se Anvisning 36, kap. 2, pkt. 2.342 Spesifiserte krav til golv etter NS 3420. Figur 4.14 c viser at profil 1 på dette golvet hadde et største helningsavvik på 19 mm over en målelengde på 54 m (fra vegg til vegg), dvs. 0,4 ‰. Selv om det tas hensyn til feilen i golvet ved profilens start, vil helningsavviket være betydelig mindre enn kravet i toleranseklasse 1 i både tabell L:a og T1. På de øvrige sju golvne var profilene «penere» enn for golv nr. II. Strengeste krav til helningsavvik oppfylles av alle disse golvne.

4.142 Svanker og bulninger

I tabell 4.142 a er kravene til de ulike toleranseklasser i NS 3420 angitt. Her gjelder tabell L:a betonggolv som er beskrevet etter NS 3420 kap. L, og tabell T 1 golv/belegg beskrevet etter kap. T. (I tabell T 1 er det også et eget toleransekrav for støpeasfalt som ikke er tatt med i tabell 4. 142 a). Kravene i NS 3420 er nærmere behandlet i Anvisning 36, kap. 2, pkt. 2.342 Spesifiserte krav til golv etter NS 3420.

Tabell 4.142 a
 Krav til de ulike toleranseklasser i NS 3420

Aktuell tabell i NS 3420	Beleggtipe	Krav til maksimalt overflateavvik ¹⁾ i toleranseklasse:		
		1	2	3
L:a	Betong	5 mm	8 mm	12 mm
T 1	Andre støpte belegg, bl.a. betong	2 mm	3 mm	5 mm

¹⁾ Målt over en målelengde på 2 m

I tabell 4.142 b er det angitt middelverdier, standardavvik og toleranser beregnet ut fra kriteriene omtalt i Anvisning 36, kap. 2, pkt. 2.35 Vurdering av måleresultat for svanker og bulninger. Av tabell 4.142 c framgår det hvilke toleranseklasser beregnet toleranse vil tilfredsstille. I denne tabellen er det også vist hvilke toleranseklasser maks./min.-verdiene, som normalt brukes ved bedømmning etter NS 3420, tilfredsstiller.

Tabell 4.142 b
 Middelverdier, standardavvik og toleranser etter kriteriene i Anvisning 36, pkt. 2.35

Bygningstype	Antall målepunkt	Verdier beregnet ut fra måleresultatene			Målt maks.-verdi mm
		Middel mm	Standardavvik	Toleranse mm ¹⁾	
I. Tungt lager, Oslo	248	0,38	1,92	4,80	-5/7
II. Papirlager, Oslo	224	0,44	1,87	4,69	± 5
III. Hangar, Bergen	207	0,27	4,36	10,89	± 20
IV. Kjøpesenter, Bergen	42	0,79	1,77	4,42	-4/5
V. Sterkt trafikkert lager, Oslo	273	-0,07	2,12	5,31	-6/7
VI. Eldre del av 5	97	-0,54	3,55	8,88	-19/5
VII. Sterkt trafikkert lager, Skien	89	0,08	2,40	6,00	-7/10
VIII. Verksted og lager, Drammen	112	0,06	1,64	4,10	-6/5

¹⁾ Toleranse er her definert som 2,5 x standardavviket.

Tabell 4.142 c
Toleranseklasser som beregnet toleranse vil tilfredsstill

Bygningstype	Beregnet toleranse mm	Tilfredsstill følgende toleranseklasser i NS 3420:		Målt min. og maks.-verdier mm	Tilfredsstill følgende toleranseklasser i NS 3420:	
		Tabell L:a	Tabell T 1		Tabell L:a	Tabell T 1
I. Tungt lager, Oslo	4,80	1	3	-5/7	2	Ingen
II. Papirlager, Oslo	4,69	1	3	± 5	1	3
III. Hangar, Bergen	10,89	3	Ingen	± 20	Ingen	Ingen
IV. Kjøpesenter, Bergen	4,42	1	3	-4/5	1	3
V. Sterkt trafikkert lager, Oslo	5,31	1	3	-6/7	2	Ingen
VI. Eldre del av 5	8,88	3	Ingen	-19/5	Ingen	Ingen
VII. Sterkt trafikkert lager, Skien	6,00	2	Ingen	-7/10	Ingen	Ingen
VIII. Verksted og lager, Drammen	4,10	1	3	-6/5	2	Ingen

4.15 Vurdering av toleransekrav

Resultatene viser at ingen av de åtte betonggolvene tilfredsstill toleranseklasse 1 eller 2 i tabell T1, uansett hvilket bedømmelseskriterium som legges til grunn. Benyttes «beregnet toleranse» vil imidlertid fem av golvene tilfredsstill et krav på ± 5 mm over en målelengde på 2 m, dvs. kl. 1 i tabell L:a og kl. 3 i T1, (tabell 4.142 c).

Benyttes derimot kravene i NS 3420 (maksimalverdier), vil tre av disse golvene (I, V og VIII) underkjennes og bare to golv (II og IV) vil tilfredsstill kravet på ± 5 mm. Målte avvik for golv II er vist i fig. 4.15 a. Det at bare to av åtte golv, som alle fungerer utmerket i praksis, tilfredsstill den mest brukte toleranseklasse, gir grunn for refleksjoner.

For å illustrere forholdet nærmere er resultatet for golv nr. VIII vist i fig. 4.15 b og 4.15 c.

Dette golvet har bare ett avvik større enn ± 5 mm, se fig. 4.15 c. Dersom de vanlige kriteriene legges til grunn, ville imidlertid ikke golv nr. VIII tilfredsstill toleransekravet.

Nå vet vi ikke hvilken toleranseklasse (og tabell) de oppmålte golvene var prosjektert etter, men ovennevnte toleransekrav og tolkning synes å være vel strenge å bruke for de typene av industrigolv som er representert her.

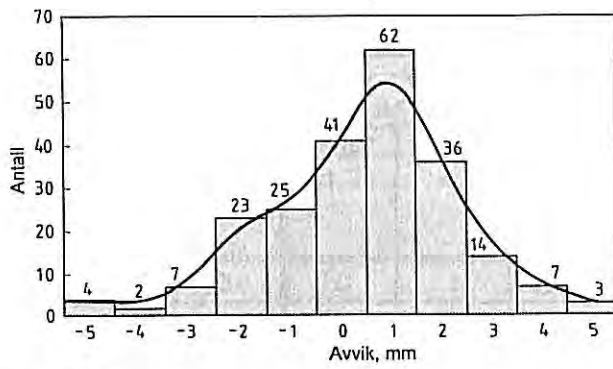


Fig. 4.15 a
Golv nr. II som tilfredsstillter toleransekravet på ± 5 mm målt over 2 m

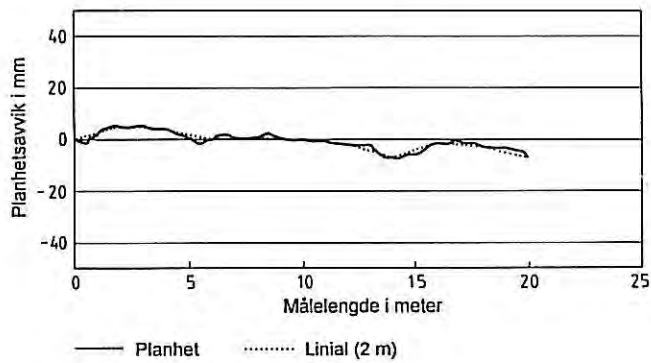


Fig. 4.15 b
Golv nr. VIII med maks.-verdiene -6 og +5 mm (dvs. en undermåler, se fig. 4.15 c) tilfredsstillter ikke toleransekravet i NS 3420 på ± 5 mm målt over 2 m.

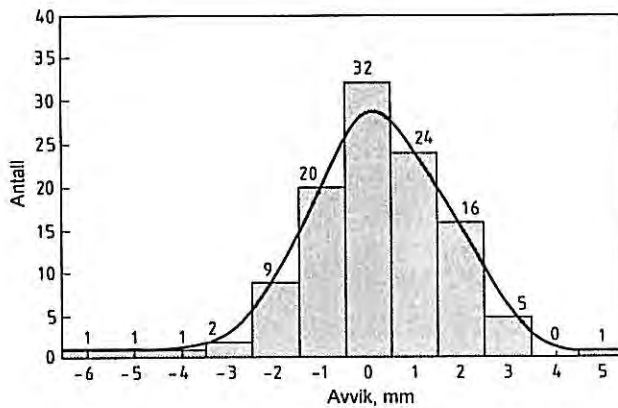


Fig. 4.15 c
Overflateavvik for golv nr. VIII

Figur 4.15 c viser at det er kun ett målepunkt (-6 mm) som er utenfor toleransekravet i NS 3420. For de 2 andre «underkjente» golvene (I og V) hadde få målepunkter, maks. 1 til 2 %, større avvik enn ± 5 mm. Det synes derfor urimelig å la disse avgjøre om et golv skal tilfredsstille en toleranseklasse eller ikke. Ved å beregne toleransene som angitt i Anvisning 36, slik at ekstremverdiene (se kolonnen for «Målt maks.-verdi» i tabell 4.142 c) «veier» mindre, vil man få en helhetsvurdering av golvet i stedet for en styring av enkeltverdier. En slik beregningsmessig toleranse må imidlertid ikke resultere i at store svanker, bulninger eller sår kamufleres under begrepet toleranse. Slike mangler vil skyldes feil i utførelsen og har ingen ting med toleranser å gjøre.

Det er fra byggebransjen ofte blitt hevdet at man har vansker med å oppfylle toleranseklasse 2 i L:a (± 8 mm over 2 m). Våre målinger viste at seks av de åtte golvene har et målt overflateavvik som ville ha klart klasse 2 med god margin etter beregnet toleranse, mens fem ville ha klart det etter NS 3420. Det er altså ingen store forskjeller på godkjente golv etter de to bedømmingskriterier for klasse 2, men en diskusjon om et måleresultat er relevant eller ikke, vil unngås dersom beregnet toleranse brukes. Golv nr. III og VI er konstruert med fall som virker «forstyrrende» på beregningene. Ser man bort fra «fallområdene», ville også disse golvene ha klart *beregnet toleranse*, og også samsvare med den «praktiske» evalueringen av golvene.



Fig. 4.15 d

Foto av golv nr. III i flyhangar. Fra støpeskjøten er golvet konstruert med fall til begge sider. Selve støpefeltene har lite overflateavvik.

I tabell 4.15 er toleransene for sju av golvene i tabell 4.142 a beregnet, og resultatet dessuten vist i fig. 4.15 e. (Golv VI er utelatt fordi det var gammelt og slitt og derfor mindre relevant for en slik oppstilling).

Tabell 4.15
Beregnete toleranser for sju av golvene i tabell 4.142 a

Golv nr.	Antall målepunkt	Måleverdier		Toleranse ¹⁾ mm	Toleranseklasse	Målt maks.-verdi, mm
		Middel mm	Standardavvik			
Golv nr. I, II, III, IV, V, VII og VIII	1 198	0,23	2,57	6,43	L:a, 2	± 20
12 stk. ekstreme verdier utelatt, dvs. ca. 1 % ¹⁾	1 186	0,20	2,13	5,32	L:a, 1 T1, 3	-8/10

¹⁾ Ekstremverdiene er i dette tilfellet bevisste topper pga. konstruerte fall.

Figur 4.15 e viser at avvikene er normalfordelt rundt middeltallet, og at bare noen få målepunkter har større avvik enn ± 5 mm.

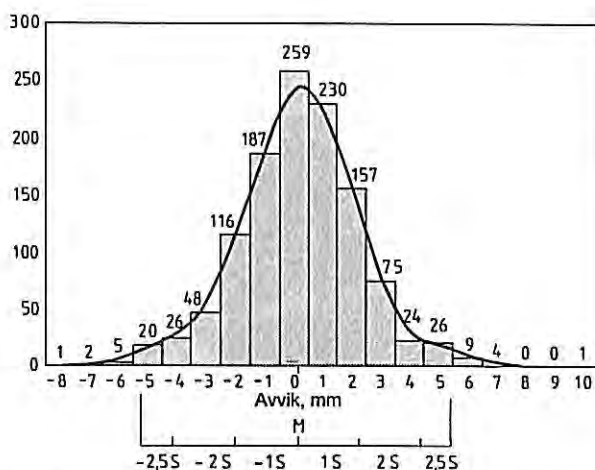


Fig. 4.15 e
De målte avvikene er normalfordelt rundet middeltallet.

Våre måleresultater viser altså at toleranseklasse 2 i tabell L:a ikke er spesielt vanskelig å oppfylle hvis en helhetsvurdering legges til grunn. Noen golv kunne også tilfredsstillt toleranseklasse 1, se tabell 4.142 a. Det skal i denne forbindelse bemerkes at funksjonelt var det ingen klager på golvenes planhet fra byggherrens side, selv om de fleste golvene hadde stor trafikk av truck m.m.

Figur 4.15 e viser at bare åtte målepunkter ligger under og 14 over et toleranseområde på $\pm 2,5$ standardavvik, altså totalt 22 stk. av 1 186 målepunkter, eller 1,9 %. Dette betyr at 98,1 % av måletilfellene ligger innenfor en toleransegrense på ± 5 mm. Se også anvisning 36. Her framgår det at teoretisk vil 98,8 % av måleverdiene ligge innenfor $\pm 2,5$ x standardavviket.

4.16 Overflatekrav for golv i smalgangslager, et eksempel

Eksempelet gjelder et golv hvor det ved prosjektering ble satt svært strenge krav til golvet planhet. Kravet var toleranseklasse 1 i NS 3420, tabell T1. For å kontrollere planhet i forhold til krav ble det av den utførende foretatt et nivellement med kikkert for å få fastlagt avvikene. Da det ikke forelå klare kriterier, hadde entreprenør og byggherre vansker med å bli enige om toleransekravet var oppfylt eller ikke. Vi skal her se nærmere på de utførte målingene og hvordan de kunne tolkes mot ulike vurderingskriterier og mot beregningsmetoden.

Golvet lå i et smalgangslager hvor det skulle gå høytløftende plukktrucker som fyller hele gangbredden på 1,6 m og hvor hjulene alltid følger samme bane. Kravet til toleranseklasse 1 i tabell T1 i NS 3420 vil si et maksimalt overflateavvik på ± 2 mm over en målelengde på 2 m for alle støpte belegg bortsett fra støpeasfalt. Der er kravet ± 3 mm, se tabell 4.142 a. Kravet var altså svært strengt, ingen av golvene i tabell 4.142 b ville f.eks. ha kommet i nærheten av dette.

Den utførende foretok nivellementet med kikkert i 4 transportganger hvor hver gang hadde en lengde på 42 m og bredde på 1,6 m. Det ble målt 3 profiler i hver gang, én i hjulraseene og én i midten. Langs profilene ble det lagt målepunkter for hver 2 meter. Figur 4.16 a viser målepunktene plassering.

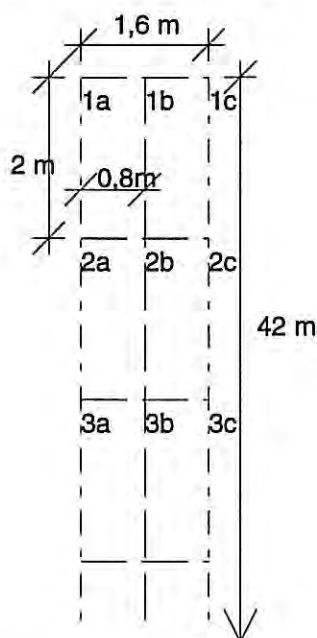


Fig. 4.16 a
Plassering av målepunkter i transportganger

Ut fra nivellementet er det uråd å bedømme golvet planhet etter kravene i NS 3420 tabell T1. Ifølge standarden skal avvikene bestemmes over en målelengde på 2 meter og ikke i forhold til et plan. Nivellement kan derfor i prinsipp ikke brukes til å få klarlagt om golvet tilfredsstillte de oppsatte kravene eller ikke. Det ble i dette tilfellet likevel gjort et forsøk på nettopp dette med det resultat at ingen følte seg helt rettferdig behandlet. En helt unødvendig konfliktsituasjon ble altså skapt fordi et uriktig måleprinsipp ble brukt. Resultatet ble en diskusjon om hvilke buler som skulle slipes bort og svanker fylles i for entreprenørens regning, uten at man fikk noen egentlig klarhet i hvordan overflateavviket var i forhold til NS 3420 tabell T1. Hadde man derimot benyttet framgangsmåten i vår anvisning 36, kap. 2.31 og bedømningskrite-

riene i kap. 2.35 eller helst kap. 2.5 *Overflatekrav – smalgangsgolv*, ville det blitt klarlagt om golvet tilfredsstillende satte krav.

I det skisserte tilfellet fikk Byggforsk overlatt det utførte nivellement. Ut fra dette har vi beregnet overflateavviket ut fra prosedyren i Anvisning 36, kap. 2.35, for de to retningene i alle fire transportgangene. Dette vil si at på tvers av gangene vil det beregnede avviket være over en målelengde på 1,6 m og i lengderetningen over en målelengde på 4 m. Tabell 4.16 viser resultatet og fig. 4.16 b og c hvordan avvikene fordelte seg.

Tabell 4.16
Resultat av beregnet overflateavvik

Målelengde	Antall målepunkt	Middel mm	Standardavvik mm	Toleranse mm ¹⁾	Målt maks.-verdi mm
1,6 m	86	0,05	1,03	2,6	-2/3
4,0 m	231	-0,07	1,65	4,1	-5/5,5

1) Toleranse er her definert som 2,5 x standardavviket

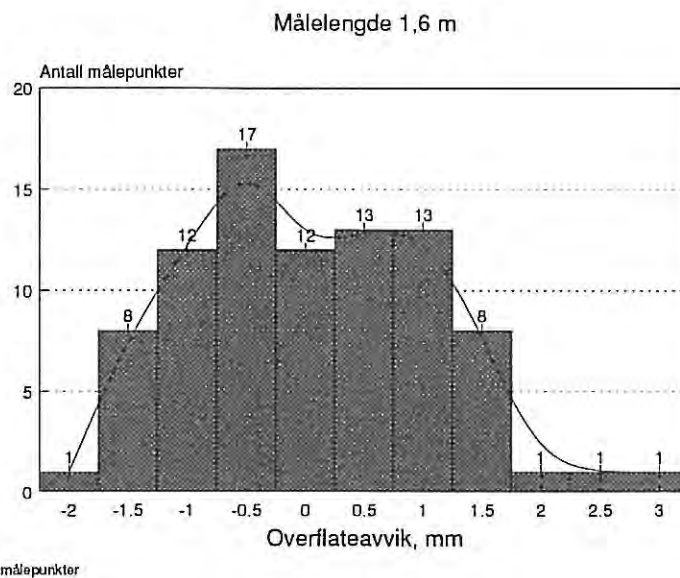
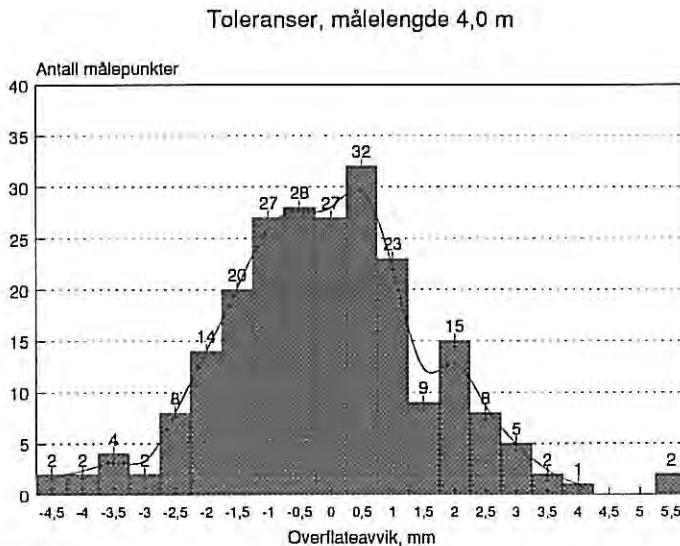


Fig. 4.16 b
Overflateavviket over en målelengde på 1,6 m



231 målepunkter

Fig. 4.16 c
Overflateavviket over en målelengde på 4 m

Dersom beregningene i tabell 4.16 hadde vært lagt til grunn ved vurderingen, ville ikke profilene på tvers ha tilfredsstilt klasse 1 i tabell T 1 (+2 mm) for «andre belegg».

(Beregnet avvik som forholdstall gir $\frac{2 \text{ m} \cdot 2,6 \text{ mm}}{1,6 \text{ m}} = 3,3 \text{ mm}$). I lengderetningen gir samme

forhold 2,05 mm over 2 m. Dersom disse antakelsene stemmer med de faktiske forholdene, **kunne** lengdeprofilene ha tilfredsstilt toleranseklasse 1 i NS 3420 tabell T1. Med den valgte måleprosedyre kunne dette ikke kontrolleres.

Forannevnte illustrerer at det ikke er tilstrekkelig å stille strenge krav til toleranser. Det er også nødvendig at kontrollen utføres på riktig måte for at man skal kunne vurdere om satte toleransekrav er oppfylt eller ikke. Kontrollen i dette tilfellet var utført systematisk, men dessverre gjort på feil måte. Man kunne kanskje få et riktigere resultat ved å ta et «tettere» nivålement, men dette ville ha krevet en mer omfattende tallbehandling for å kunne være sammenlignbar med prinsippet i NS 3420. Som påpekt tidligere, skal avvikene i henhold til standarden måles over en lengde på 2 m der en overflatetoleranse angis som tillatte lokale avvik i forhold til en basislinje. Det kan måles hvor som helst langs denne basislinjen og ingen steder skal avviket være større enn kravet. Ved å bruke et nivålement som beskrevet over, burde det derfor også vært lagt inn målepunkter **mellom** hver 2 m lengde. Da kunne de mellomliggende punktenes avvik i forhold til en «basislinje» beregnes mellom hver 2 m.

4.2 Golvbelegg, bruk og tilstand

En av feltundersøkelsens hovedmål var å få et grundig bilde av tilstanden hos de «rene» betongoverflater. Denne intensjonen ble bare delvis oppfylt da rammen for feltundersøkelsen sammen med ønsket om å trekke et betydelig antall golv inn, gjorde at de variantene som fantes på «et besøkssted» ble undersøkt.

I tabell 4.2 er vist fordelingen av ulike typer overflatebehandling på de undersøkte golvene. Tabellen kan ikke anses å være representativ for industrigolv generelt. Asfaltbelegg er f.eks. ikke med i undersøkelsen selv om slike belegg har betydelig markedsandeler innenfor kategorier som lagre, garasjer o.a. De utstøpbare plastbeleggene er videre klart overrepresentert som en følge av at en så stor andel av golvene tilhører næringsmiddelindustrien.

Tabell 4.2
Fordeling av ulike typer overflatebehandling på de undersøkte golvene

	Type overflatebehandling og belegg								
	Ingen	Støv- binder	Plast- belegg	Kera- miske fliser	Hard- betong	Stål- spon	Annet	Ukjent	
Antall golv	14	22	20	3	3	3	1	3	69
Fordeling, prosent	20,3	31,9	29,0	4,3	4,3	4,3	1,4	4,3	100

Hele 60 golv var golv på grunn eller påstøp på en underlagsbetong på grunn, mens etasjeskille eller påstøp på denne kun omfattet 9 golv.

Et betonggolv vil ofte ikke kunne tilfredsstillende krav som industrien må stille til bl.a. kjemikaliemotstand, renhold etc. I mange tilfelle vil derfor en overflatebehandling være nødvendig. Til tabell 4.2 skal også bemerkes at bruk av støvbinder innebærer en ren støvbinding på olje- eller plastbasis, mens plastbelegg omfatter behandlinger fra de helt tynne selvutjevne belegg (ca. 1 mm) til mørtelbelegg opp mot 6 – 8 mm tykkelse. En plastbehandling vil alltid bidra til å endre golvflatens motstandsevne overfor kjemikalier, og avhengig av tykkelse og type også bidra til å bestemme de vitale egenskapene som slitestyrke, sklisikkerhet osv.

I figur 4.2 a er vist fordelingen av de ulike overflatebelegg på de 36 golvene i produksjonslokaler. Andelen keramisk flis i næringsmiddelindustri er noe lavere enn forventet. Det ble heller ikke påvist keramisk flis i lager og i kjøle- og fryserom, se fig.4.2 b. Av denne figuren ser man også at betong med støvbinder ikke uventet er den dominerende beleggtypen i denne typen lokaler. Hardbetong og betong med stålspon ble naturlig nok funnet i tyngre industri og lager.

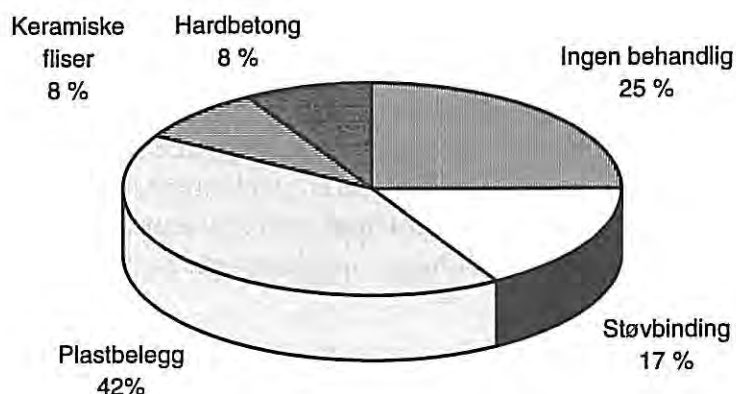


Fig. 4.2 a
Overflatebehandling i produksjonslokaler. 36 golv

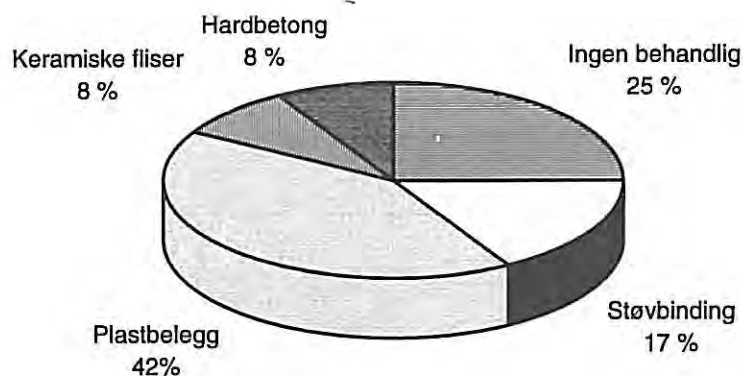


Fig. 4.2 b
Overflatebehandling i lager og kjølfryserom. 22 golv

Av alle 69 golv lå 58 i de fire lokaltypene (produksjon, lager, kjølerom og fryserom) som vises i fig. 4.2 a og b. Som det framgår av figurene, er det naturlig nok valgt ulike typer belegg i produksjon og de øvrige lokaler. Spesielt i produksjonen vil valg av belegg også være avhengig av produksjonstype. Fig. 4.2 c viser at plastbelegg dominerer i næringsmiddelindustrien.

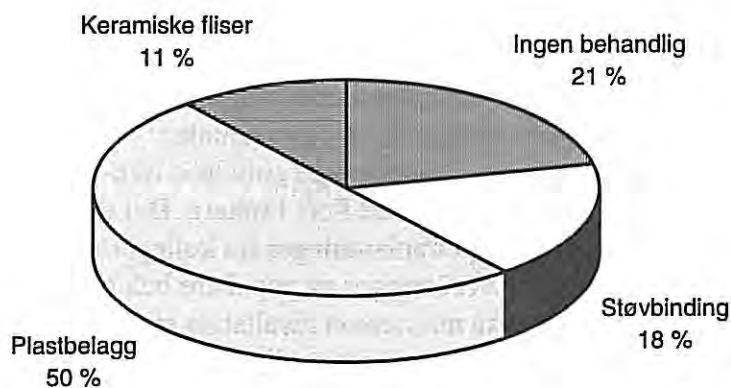


Fig. 4.2 c
Overflatebehandling i våt næringsmiddelindustri. 28 golv

Av de 14 golvene uten noen form for overflatebehandling, lå flertallet i våt næringsmiddelindustri og lett industri. Eksempler på lokaler med betonggolv uten noen form for overflatebehandling er fiskemottak og kjølerom.

Tabell 4.2 og figurene 4.2 b og c viser at hovedtyngden av overflatebehandlingen var «støv-binder» og «plastbelegg». Over 60 % av golvene hadde én av disse former for overflate. Hvor disse belegg nærmere ble brukt, framgår av figurene 4.2 e, 4.22 og 4.23.

I feltundersøkelsen hadde 55 golv en annen sliteflate enn den rene konstruksjonsbetongen (hardbetong, herdeplast o.a.).

En generell erfaring for golv med et spesialbelegg er at sår utbedres på et senere tidspunkt enn hva som er både teknisk og økonomisk riktig. Det er ikke uvanlig at man registrerer sår/av-

skallinger som over en lengre tid har skapt direkte problemer for produksjonen (i form av redusert kjørehastighet, skader på truck o.a.) og forårsaket en akselererende skadeutvikling (nedtrengning av aggressive væsker o.a.). Fotoet i fig. 4.231 viser eksempel på overflatesår.

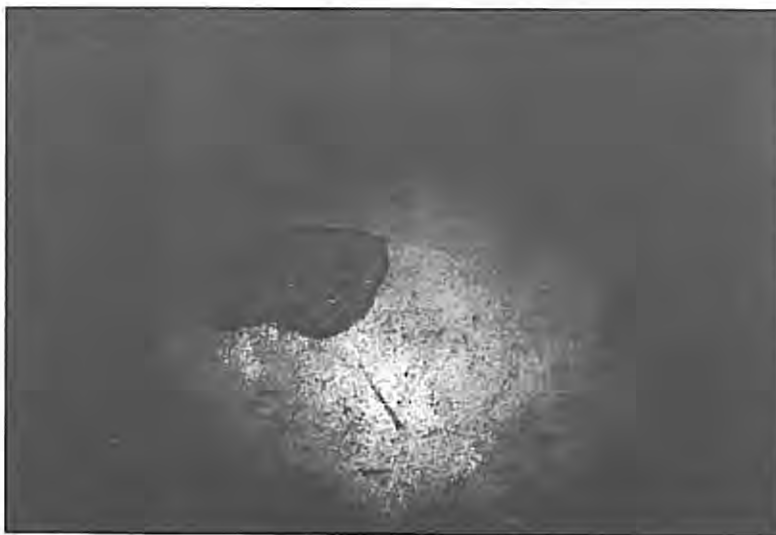


Fig. 4.2 d
Fotoet viser avskalling i et lager hvor det i overflaten var stålspon.

De fleste brukerne vi snakket med, var imidlertid fullt innforstått med at industrigolv – uansett belegg – måtte følges opp og vedlikeholdes før skader fikk utvikle seg. Samtidig var byggherresiden svært opptatt av de enkelte golvenes levealder, og ikke minst av at vedlikehold/repasasjon kunne utføres på en måte som skapte minst mulig problemer for drift/produksjon. Naturligvis trekkes også kostnadsiden inn i slike samtaler.

Ved én av våre befaringesrunder hvor ganske mange golv lå i fiske- og kjøttindustrien, diskuterte vi valg av golvbelegg relativt grundig med flere brukere. Det slo oss da at beleggvalg i mange tilfeller ofte er basert på erfaringer/anbefalinger fra kolleger innenfor samme type industri. Vi fikk også forbausende like vurderinger av populære beleggtypene hos bedriftsledere innenfor samme bransje, noe som også må være et resultat av en nær kommunikasjon. Spesielt for mindre industribedrifter er dette en svært vanlig bakgrunn for valg av belegg. Samtidig skulle en slik erfaringsutveksling bidra til at de ulike beleggene/kvalitetene finner sitt naturlige bruksområde. I de etterfølgende underpunktene beskrives kort erfaringer med de mest vanlige golvbeleggene fra feltundersøkelsen.

4.21 Ingen overflatebehandling

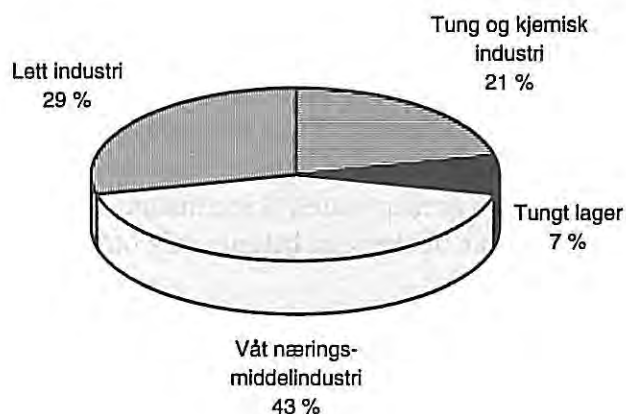


Fig. 4.21
Ingen overflatebehandling utover glatting av golvene. 14 golv

Rene betonggulv blir benyttet i de fleste industrier slik fig. 4.21 viser. Hovedårsaken er vel at de er rimelige og vil kunne tilfredsstille de fleste kravene til styrke og holdbarhet. Et moment som skal nevnes her, er at byggherrer i noen tilfeller har beholdt betonggulvet til tross for et prinsipielt ønske om en annen overflate fordi det ikke ligger plastfolie under betongen og et damptett belegg som f.eks. et plastbelegg kan dermed ikke legges uten stor risiko for avskalingskader. Rene betonggulv vil imidlertid være mindre egnet der det er større krav til kjemikaliebestandighet.

For noen produksjonstyper vil renholdet kunne bli vanskelig, men i de fleste tilfellene vil gode betonggulv også tilfredsstille normale krav på dette punktet. Den store andelen av rene betongflater i våt industri skriver seg fra fiskeindustrien i områder for fiskemottak m.m.

4.22 Støvbinding

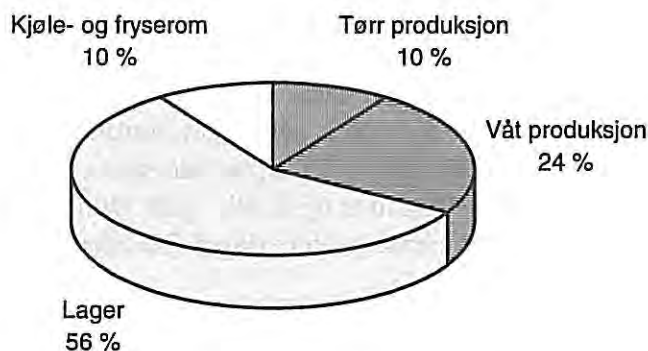


Fig. 4.22
Golvoverflater behandlet med støvbinder. 21 golv

Støvbinding ble som fig. 4.22 viser, brukt mye på lagergolv og i mindre grad i rene produksjonslokaler. Det er en relativt rimelig behandling og egner seg på golv hvor slitasjen er liten eller at det er av mindre betydning at behandlingen slites bort. Da hensikten kun er å redusere støvplager, egner den seg på golv hvor man setter lite krav til utsende.

Betonggolv i næringsmiddelindustrien som var uten overflatebehandling eller var påført en eller annen form for støvbinder, hadde varierende omdømme blant brukerne. Hygienisk var man i fiskeindustrien betenkt pga. lukt, forårsaket av fiskeavfall som trenger ned i golvet, da en støvbinder ofte ikke vil gi noen effektiv kjemisk beskyttelse. De organiske syrene gjorde dessuten at golvenes levetid ble anslått til maks. 20 år. På grunn av syrepåvirkningen var det også en del sår i betonggolv. Sårene kunne i noen tilfeller være en direkte ulempe (f.eks. for hjultrafikk), mens de i andre tilfeller var mer visuelt skjemmende. For golv i lager var man derimot godt fornøyd med overflate av ubehandlet betong, selv om f.eks. trucktrafikk medførte misfarging fra hjulene.

4.23 Herdeplastbelegg

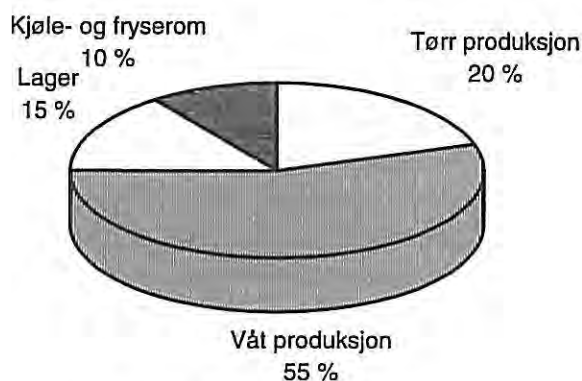


Fig. 4.23
Golvbelegg av herdeplast. 20 golv

Bruksområdet var først og fremst produksjonsområder i våt næringsmiddelindustri. For øvrig ble plastbeleggene i mindre grad brukt på de andre golvtypene. Det skal imidlertid påpekes at plastgolv finnes i de fleste typene industrilokaler som f.eks. i mekanisk industri og tungt lager.

4.231 Akrylbelegg

Utstøpbare akrylbelegg benyttes på en rekke ulike industrigolv. En spesiell sterk posisjon har akrylbelegg innenfor fiske- og kjøttindustrien. Brukerne var generelt godt fornøyd med sine akrylbelegg. Egenskaper som slitasjestyrke, gåmykhet, motstand mot støt, slag fra fallende gjenstander, rengjørbarhet og reparasjonsvennlighet ble spesielt framhevet. Selv om de aller fleste akrylgolvene altså lå godt, fant man også slike golv med avskallinger. Årsaken til slike skader synes ofte å være dårlig renhold av underlaget (betongen) eller fuktbelastninger på heftsonen fra grunnen.

Når akrylgolv utsettes for sveiseglør eller åpen flamme slik det ofte er aktuelt i mekanisk industri, oppstår noen svimerker, misfarging eller sår. Det skal også nevnes her at akrylgolvene i feltundersøkelsen ikke var eldre enn 8 – 10 år, og videre indikerte besiktigelsene at det innenfor beleggsgruppen er visse kvalitetsforskjeller mellom de ulike produktene.



Fig. 4.231
Fotoet viser avskalling av herdeplastbelegg i en sterkt trafikkert sone.

4.232 Epoksybelegg

En annen populær beleggtypen i næringsmiddelindustrien er epoksybelegg. Under våre befaringer var beleggtypen mindre utbredt enn akrylbelegget, men alle varianter av alder og tilstander var representert i utvalget. I et storkjøkken f.eks. hadde et slurrybelegg (– mørtel av plast og velgradert tilslag, gjerne utlagt i flere sjikt –) ligget i 18 år. Den tekniske tilstanden var bra, selv om det var noe misfarget etter steam og skitt. I en av fiskebedriftene hadde derimot belegget ikke fungert. Som ofte ved skader på epoksybelegg, kunne også påvises at dårlig forbehandling av underlaget var hovedårsaken til heftbrudd. I et annet tilfelle var epoksybelegget så tynt og sprøtt at hjullaster forårsaket avskalling, se foto gjengitt i fig. 4.232.

Spørsmål av helse- og miljømessig karakter blir av og til reist angående alle typer utstøpbare plastbelegg. Med dagens kunnskap og målemetoder er slike problemer bare knyttet til behandling av materialene under legging og i de relativt sjeldne tilfellene hvor herdeforstyrrelser forekommer. Til helhetsbildet hører at ingen brukere som hadde beleggtypen, trakk fram dette som et problem.

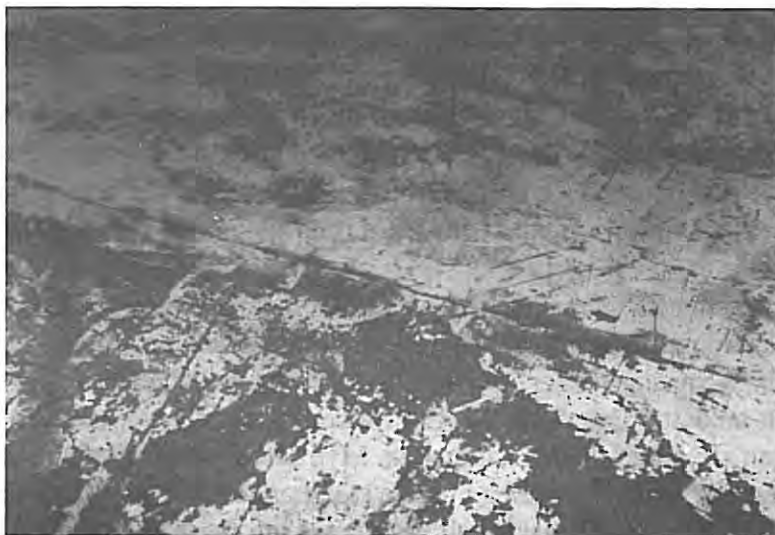


Fig. 4.232
Foto som viser slitasje av et tynt plastbelegg

4.24 Belegg av keramiske fliser

I våre feltregistreringer fant vi få flisegolv (tabell 4.2). Dette kan forklares med at plastbeleggene har overtatt deler av markedet for fliser og at de fleste av våre golv var av relativt ny dato. De flisegolvne vi støtte på, lå i fiskeindustriens produksjonslokaler, i fileteringsavdelinger. Undersøkelsene bekreftet de generelle erfaringene: at keramiske fliser i riktig kvalitet er et meget slitesterkt golvmateriale, og at problemene gjerne er knyttet til selve flisefugene og til bevegelsesfugene. Skader på selve flisene opptrer i første rekke ved større nivåsprang mellom to nabofliser, som resulterer i slag mot fliskantene ved trucktrafikk og ved bevegelsesfuger. Generelt må alle fuger fylles helt, og små fugebredder er ofte å foretrekke. Ofte brukes sementbaserte fugemasser der syrebestandige masser burde vært valgt (i næringsmiddelindustri).

4.3 Beleggskader

For golvbelegg på betong er skader i form av sår/avskallinger ofte av større interesse enn den rene slitasjen. Omfanget av slike beleggskader er illustrert i figur 4.3 a.

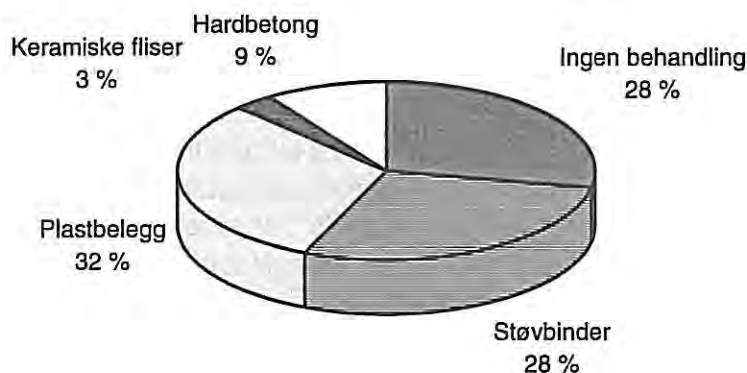


Fig. 4.3 a
Ingen sår på overflatebehandlingen

Nesten 50 % av golvne ble vurdert å være uten overflateskader. Hvordan de uskadde golvne fordeler seg på beleggtypene, framgår av fig. 4.3 a. Mye skader var det bare på ca. 5 % av golvne, mens resten hadde fra «noe» til «en del» skader. Naturlig nok er det støvbinder og plastbelegg som også har de fleste skadene, da disse – sammen med ubehandlet betong – er de dominerende overflatene. Det skal bemerkes i denne forbindelse at ubehandlet betong hadde liten skadefrekvens. Som helhetsvurdering synes imidlertid ikke sårskader på beleggene å være noe stort problem.

Det vil alltid være vanskelig å vurdere årsaken til slike sår. Det kan dreie seg både om produktfeil, feil utførelse, belastningsskader, slagskader m.m. I undersøkelsen valgte vi bare å vurdere dette mot belastnings- og slagskader. Da vi antar at det har vært lettest å identifisere slagskader, har vi også sett på dette. Det viste seg at ut fra dette vurderingsgrunnlaget hadde over 55 % av golvne ingen sår, mens 36 % hadde noen. Mye sår var det under 3 % som hadde. Hardbetongene var uten sår, mens plastbelegg hadde størst andel av noen sår. Stor andel var det også for keramiske fliser, men her var antall golv svært lite (bare 3 stykker). Høyst sannsynlig dreier det seg om kantknusning på fliser. Denne betraktningssmåten skilte seg altså ikke noe særlig ut fra bare å se på sår generelt.

Uten å se på årsaken til skadene, kan man se på hvilken tilstand overflatebehandlingen var i da golvene ble undersøkt. Figur 4.3 b viser dette.

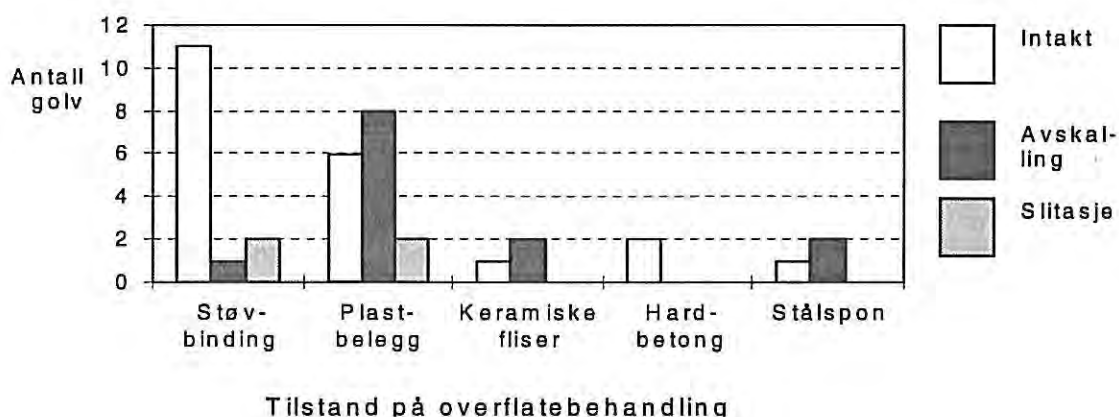


Fig. 4.3 b
Type overflatebehandling og tilstanden på denne

For hele 30 golv var problemstillingen uaktuell eller ukjent, men av disse var 14 rene betonggolv. Antallet golv med overflatebehandling synes derfor tilfredsstillende. Det er med en viss interesse vi ser på støvbinding og plastbelegg. De fleste golvene med støvbinding var intakte. Dette behøver nødvendigvis ikke å bety at behandlingen var intakt, men i stedet at man ikke hadde noen støvproblemer på disse golvene. Det andre interessante belegget var plastbelegg. Her viser det seg at avskalling var problemet og ikke slitasje. Dette er for øvrig i tråd med de skadetyperne som er vel kjent for denne beleggtypen.

4.4 Henvisninger

[4.4.1] Golvtoleranser. AB Svensk Byggtjänst, Stockholm, 1987

5. Forvaltning

5.1 Innledning

Med begrepet «forvaltning» tenkes her på alle oppgaver og funksjoner som er nødvendig for å sikre et golvs funksjon og verdi. «Forvaltning» slik det er definert her, vil med andre ord omfatte:

- *Drift*

Her inngår alle oppgaver og rutiner som er nødvendig for at golvet skal fungere som forutsatt, f.eks. renhold, se pkt. 5.3.

- *Vedlikehold og reparasjon*

Arbeid som er nødvendig for å opprettholde teknisk standard. Det kan her skilles mellom periodisk vedlikehold pga. normal slitasje og løpende vedlikehold som skyldes tilfeldige skader.

Ut fra definisjonen vil vedlikeholdet av golv omfatte arbeider som reparasjon av mindre skader, vedlikehold av overflatebehandlinger som begrenser støvdannelser, sikrer bestandighet overfor aktuelle kjemikalier og tilsvarende. Overgangen mellom vedlikehold og utbedring/reparasjon vil ofte være flytende. En ganske ofte brukt inndeling er at «reparasjon» i motsetning til «vedlikehold» ikke kan forutsettes eller planlegges, og at reparasjoner svært ofte er en direkte følge av skader. For utbedring av skader m.m vises det til Anvisning 36.

Noen god oversikt over omfanget av vedlikehold og reparasjon av våre industrigolv finnes oss bekjent ikke. Ut fra tilgjengelige statistikker vil vedlikehold og reparasjon av industribygninger utgjøre mellom 20 og 30 % av investeringer i nybygg, og golv legger beslag på en vesentlig del av disse kostnadene. Inn i dette tallet inngår ikke arbeid som utføres av bedriftens egne ansatte. Omkring 1/3 av våre større industribedrifter kan regnes å ha en egen bygningsteknisk vedlikeholdsavdeling.

I 1970-årene ble det ved NTNU (tidligere NTH) gjennomført et eksamensarbeid om vedlikehold av industrigolv. Noe av det som kom fram der, gjengis nedenfor:

Ved spørreundersøkelse, besøk hos ca. 20 av våre større bedrifter og ved samtaler med rådgivere ble det samlet inn opplysninger for ca. 1,0 mill. m² industrigolvflate.

I rapporten [5.4.1] understrekes at søl av aggressive kjemikalier i kombinasjon med mekanisk påkjenning er den belastning hvor det er vanskeligst å finne utførelser/belegg med akseptabel levetid. De mekaniske laster i denne forbindelse var både støt og slag og hjul-laster. For ren mekanisk påkjenning pekes det på direkte slitasje som årsak til vedlikehold og med sliteflate av betong vil stor slitasje da ofte bety støvplager.

Høy og lav temperatur og også vibrasjoner er i rapporten nevnt som «problempåkjenninger».

Her skal også nevnes at ekstraordinære golvbelastninger som dryppende varmtvann og kjemikalier fra utette kraner, rør med lekkasje, direkte søl av alle typer aggressive o.l. forbausende ofte ble registrert som årsaker til golvproblemer. De sistnevnte skadeårsakene bør selvsagt tas vare på uten å belaste golvet. Slike påkjenninger vil ikke – og bør heller aldri – inngå i dimensjoneringsunderlaget for et industrigolvbelegg.

Det pekes også på ekstrempåkjenninger som ikke kan føres tilbake til skader på produksjonsutstyr eller slurv. Det nevnes f.eks. lagre hvor lasting/lossing normalt foregår utenfor selve lokalet (sluser e.l.), men noen få dager i året må dette skje innendørs pga. spesiell lav temperatur. I slike tilfeller må enten golvbelegget dimensjoneres for piggdekk eller også må det tas forholdsregler som beskytter belegget, f.eks. gummimatter som rulles ut ved behov. I mange tilfeller vil sistnevnte alternativ være det naturlige der hvor ikke golvbelegget

misfarges av gummi. Hovedpoenget må imidlertid være at ekstrempåkjenninger ikke må glemmes.

For eldre bygninger var uforutsette påkjenninger en spesielt viktig problemårsak. Stikkord som nye produksjonsmetoder, endret produksjon, økt trafikk, tyngre trafikkutstyr og overgang fra skinnegående trafikk til trucker forklarer dette. Som eksempel nevnes et tilfelle fra et fryseri på en kjøttforedlingsbedrift. Transporten var planlagt via skinner og kroker i taket, og golvet ble bygd opp med polystyren som isolasjon og med påstøp og fliser oppå. Nå ble det til at man likevel benyttet trucker og traller. Resultatet ble da også bruddskader i flisene og påstøp pga. deformasjonene i isolasjonssjiktet.

Flere bedrifter oppga produksjonstap p.g.a. golvskader enten i form av direkte produksjonsstans eller ved at driften ble hemmet f.eks. ved at trucker må kjøre langsommere på ujevne golv, truckslitasjen øker o.l.

Det preventive vedlikehold omfattet som regel i maling, smøring, impregnering, boning eller lakkering og også sliping. Utover dette synes rutinen å ha vært at en først reparerer når skadene gjør det nødvendig. Golvoverflater ble ifølge undersøkelsen ofte reparert med andre materialer enn det opprinnelige. Bruk av en epoksymasse for fylling av sår og sprekker ble f.eks. ofte nevnt. Reparasjonen ble imidlertid ofte utført galt og resultatet ble nye skader ved siden av de gamle. Sementmørtel tilsatt plastdispersjon (ofte PVAc) var, ut fra undersøkelsen, også ganske mye brukt f.eks. til å «rette opp» slitte betonggolv.

I rapporten konkluderes med at en avgjørende faktor for å senke vedlikeholdskostnadene var å utbedre skader på et langt tidligere tidspunkt enn hva som var vanlig. Dette framheves som spesielt viktig der hvor gulvet utsettes for kjemikalier. Ved å kartlegge påkjennin- gene bedre og ta hensyn til disse påpekes at antall skader vil synke drastisk. Det vil f.eks. i mange tilfeller være riktig å ta spesielle forholdsregler i transportganger eller -soner (velge et mer slitesterkt belegg). Likeledes vil det være aktuelt å bruke spesialbelegg rundt enkelte maskiner, kjeler etc. hvor høy temperatur, kjemikaliesøl e.l. vanskelig kan unngås.

Søl og smuss nevnes også som sentrale faktorer for vedlikeholdsbehovet. For «ren industri» er smuss som følger med fottøyet spesielt viktig (80 – 90 % av alt smuss i enkelte industrier). I slike tilfeller er effektive smussfeller ved inngangene en god investering.

Temmelig mange av de problemstillingene som er tatt opp i dette eksamensarbeidet, er aktuelle også over 30 år etter at undersøkelsen ble gjennomført. Utviklingen på materialsiden og når det gjelder utførelsesteknikker/utstyr, tilsier imidlertid at en i dag har langt bedre forutsetninger for å lage gode golv og utbedre skader på en mer varig måte.

5.2 Vedlikehold i feltundersøkelsen

I feltundersøkelsen ble ikke tatt med registreringsspørsmål som direkte dekker vedlikehold/utbedring utover renhold (pkt. 5.3). Problemområdet kan derfor bare behandles på en indirekte måte ut fra bl.a. de skader som ble registrert og brukervurderinger. Det er f.eks. nærliggende å se riss- og sprekker i sammenheng med vedlikeholdsbehov. Spesielt gjelder dette for golv i våt virksomhet. Riss i slike golv vil bl.a. bety fare for nedtrengning av væsker til ømfintlige underliggende materialer, problemer med en effektiv rengjøring ved strenge hygieniske krav etc.

Feltundersøkelsens golv i våt næringsmiddelindustri hadde relativt beskjeden rissdannelse (bare 15 % av disse golvene hadde «mye riss»). I dette bildet hører også med at mange «våte» golv hadde et belegg som gjerne var lagt etter at betonggolvet hadde fått svinnriss.

Langt større riss- og sprekkeproblemer ble registrert på lagerarealer, og da spesielt på golv med de største belastningene. Betong med stort svinnpotensiale er nok likevel en viktigere faktor for skadebildet enn belastningstype og størrelse.

I fig. 5.2 a er rissmengden (vedr. definisjon av riss, se tabell 4.12 a) vist for ulike industrigolv gruppert etter belastningstyper og -intensitet.

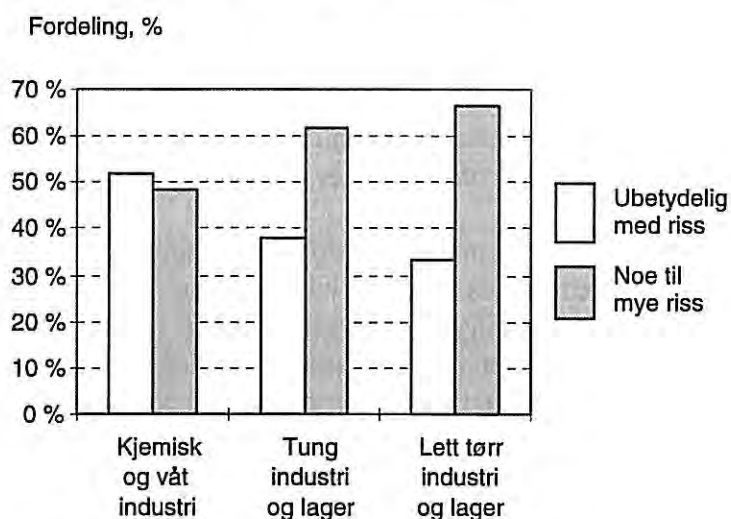


Fig. 5.2 a
Omfang av riss i de ulike industrigrupper

I fig. 5.2 b er rissomfang sett opp mot brukerens evaluering av golvet kvaliteten (fornøyd/skuffet). Sammenhengen mellom brukerens evaluering og rissomfang er klar. Mens nærmere 80 % av golvene med ubetydelig riss vurderes som problemfrie, er det tilsvarende tallet 9 % for golv med mye riss.

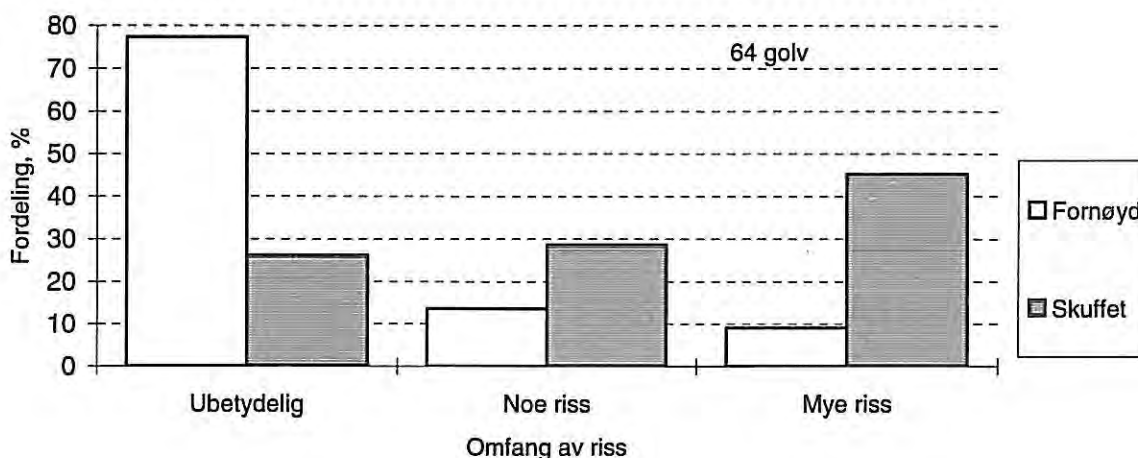


Fig. 5.2 b
Sammenheng mellom den rissdannelsen vi fant og brukers vurdering av golvet

Når det gjelder overflatesår, kan det være noe uklart hvordan den enkelte bruker har definert dette. Overflatesår kan derfor omfatte både skader på belegg, sprekker og hull i betongen. Svarene fordelte seg slik at ca. 50 % av golvene var uten slike skader og ca. 50 % hadde fra «noe» til «mye» overflatesår. Figur 5.2 c viser bl.a. at en bruker kan være fornøyd med golvet selv om det ved befaringen ble registrert overflatesår.

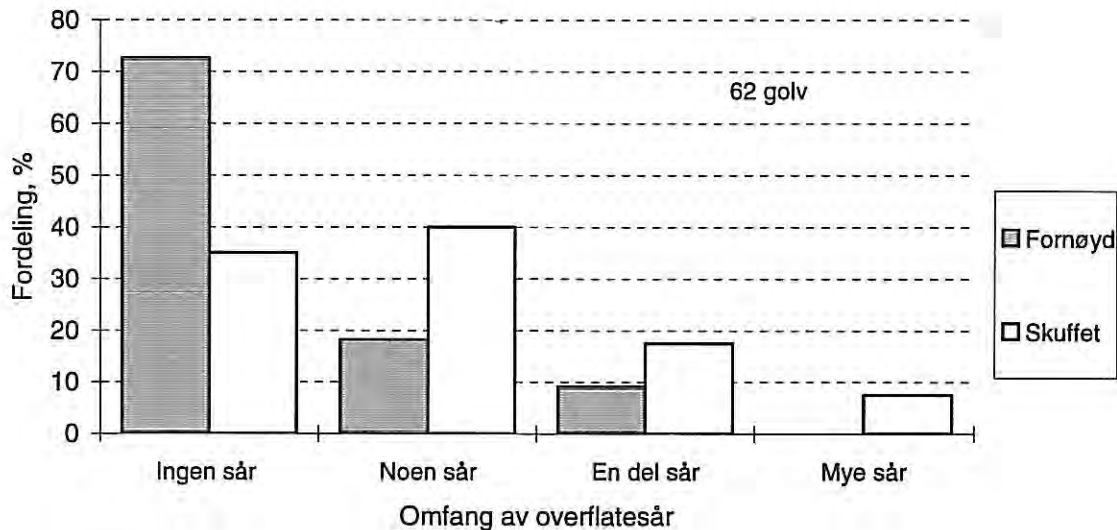


Fig. 5.2 c
Brukers hovedinntrykk av golvet og omfanget av overflatesår

Overflatebehandlingen var intakt i mindre enn 40 % av våre golv, mens resten var fra «noe avskallet» til «nedslitt». Da all overflatebehandling slites, vil det alltid være behov for vedlikehold. Dette er derfor et klart vedlikeholdsspørsmål. Intervallene for vedlikehold er bl.a. avhengig av materialvalg og utførelse på eksisterende belegging. Se også kap. 6 Brukererfaring.

Ved å sammenlikne det vedlikeholdsbildet som er skissert i [5.4.1] med erfaringer fra vår feltundersøkelse, kan det som nevnt pekes på flere fellestrekk. Kjemikalier synes imidlertid i dag å være mindre utslagsgivende for skader/vedlikeholdsbehov. (Det finnes et større spekter av materialer og dermed bedre muligheter til å «skreddersy» belegget etter påkjenningene enn tidligere.) Ren mekanisk påkjenning er i dag en mer dominerende faktor for vedlikeholdsbehovet.

Også vår undersøkelse viste at prosjekteringssiden ikke alltid har full klarhet over hvilke påkjenninger golvet utsettes for. På dette punktet synes det likevel å ha vært en viss endring i positiv retning de siste årene. Dette registreres bl.a. i bruk av sjekklister. Et annet trekk i bildet er at spesialfirma oftere blir brukt ved golvarbeider. Selv om bildet langt fra er entydig, burde denne situasjonen tilsi at skadeomfanget/store vedlikeholdsproblemer reduseres i framtiden. Vedlikeholdsrutinene blir, som også nevnt tidligere, ansett som svært viktige for et golvs levetid. For å forsøke å få et bilde av vedlikeholdsintervaller er mangler/skader på overflatebehandling sett sammen med golvets alder i fig. 5.2 d og 5.2 e. Kan økningen i andelen uten skader for golv eldre enn 10 år tolkes slik at vel 10 år er et vanlig rehabiliteringsintervall? For øvrig kan bemerkes at både sår og slitasje ble registrert på golvflater nyere enn 1 år. Feilprosjektering og/eller mangelfull utførelse må her være forklaringen.

Fordeling, %

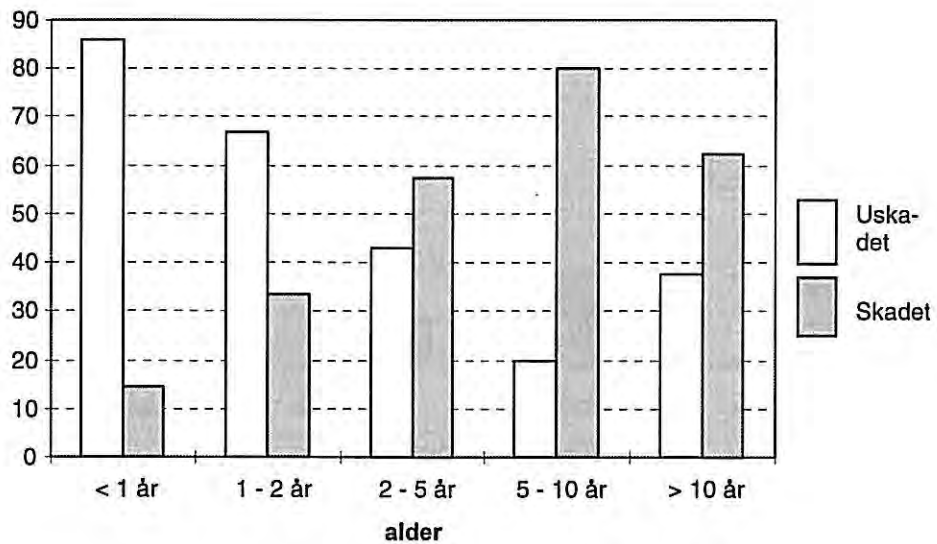


Fig. 5.2 d
Tilstand på overflatebehandlingen sett i forhold til byggets alder

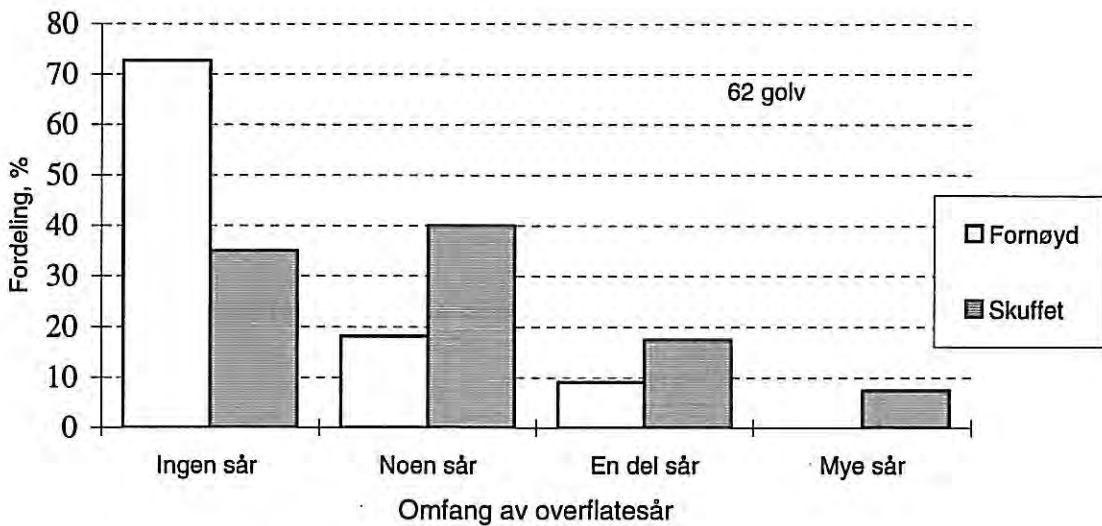


Fig. 5.2 e
Omfang av overflatesår sett i forhold til byggets alder

5.3 Renhold

Renholdet er generelt viktig både for produksjonen, sikkerhet, vedlikehold, hygiene og trivsel. Hvilken vekt som legges på de ulike punktene vil naturlig nok avhenge både av type produksjon og av bedriftens generelle policy. I en næringmiddelbedrift må det settes strengere krav til hygiene enn i en betongvarefabrikk, men i alle typer bedrifter vil de grunnleggende krav til sikkerhet og trivsel bare kunne oppfylles ved et godt renhold. I feltundersøkelsen ble ren-

holdshyppighet og -metode forsøkt kartlagt. Ved å sammenholde disse dataene med type belegg, vil en få et bilde av hvordan kravene til sikkerhet og trivsel ivaretas.

5.31 Renholdsprosedyrer

I feltundersøkelsen ble relativt få ulike renholdsprosedyrer angitt. Til det samlede bildet hører også at opplysninger om renhold mangler for 15 (22 %) av objektene.

Etter de vanlig brukte betegnelse for rengjøring av industrigolv, vil en lett rengjøring bestå av feiing, støvsuging eller mopping med tørrmopp. Er det behov for grundigere rengjøring, starter også denne med en lett rengjøring. Deretter skures golvet med såpevann f.eks. ved bruk av grønnsåpe som gir golvet en tynn beskyttende hinne. Syntetiske vaskemidler blir også brukt da de f.eks. ikke angriper betong. For golv i lokaler med små påkjenninger blir såkalte vaskepolisher i noen tilfeller tilsatt vaskevannet.

De opplysningene som kom fram i feltundersøkelsen, samsvarer relativt dårlig med de prosedyrene som vanligvis beskrives som generelle. Hele 40 % av alle golvene ble høytrykkspyllt med varmt eller kaldt vann, eller også med vann med varierende temperatur. Videre ble 20 % av golvene vasket på «normalt» vis. Dette viser at renholdet ble dominert av de våte metodene; bare 6 % ble rengjort ved feiing. Selv om «lett» renhold skulle være mer omfattende i de 28 % der renholdsmetoder er ukjent, vil ikke dette kunne endre bildet i avgjørende grad. Figur 5.3 a viser oppgitte renholdsprosedyrer.

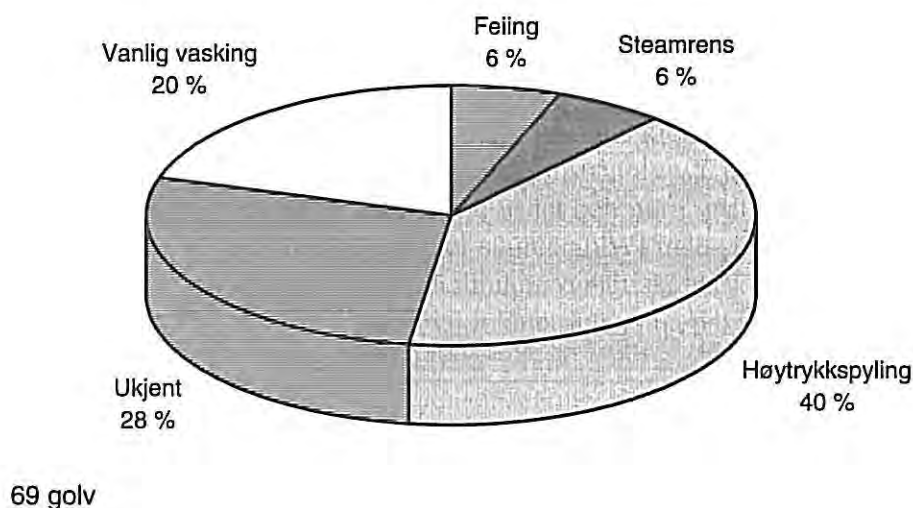


Fig. 5.3 a
Renholdstyper i industrien

Årsaken til den omfattende bruken av høytrykkspyling må ses ut fra at så mange av golvene (ca. 41%) lå i våt næringsmiddelindustri. I disse industriene ble det alltid brukt våte rengjøringsmetoder.

Av de fire golvene som ble feid, lå tre i «Tung industri» og ett i «Lett industri»; alle i «Prøduksjonslokaler». Overflaten var «Hardbetong» og «Støvbinding», se fig 5.3b og 5.3 c.

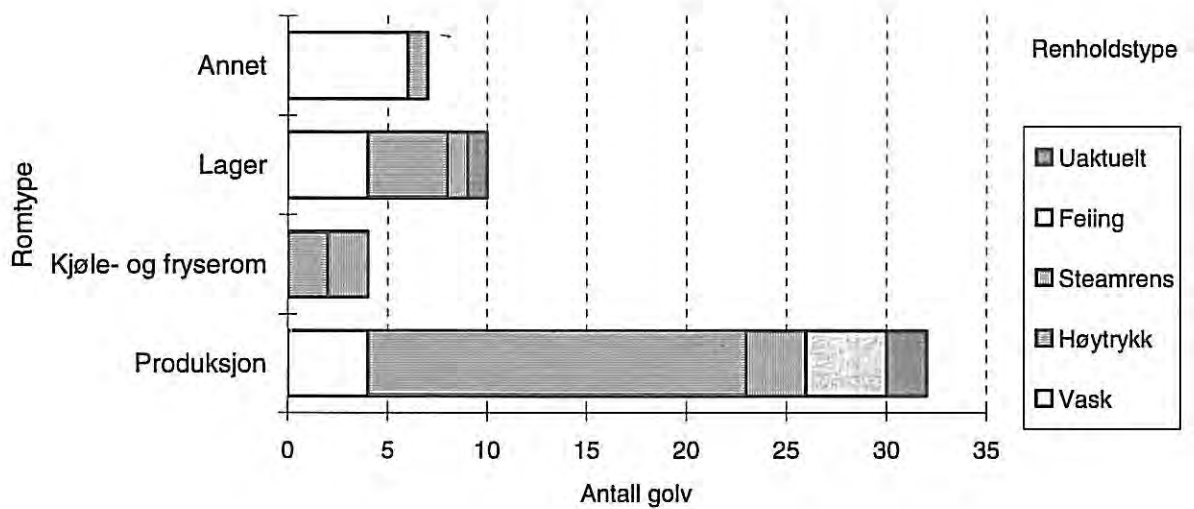


Fig. 5.3 b
Renholdstyper i de ulike rom

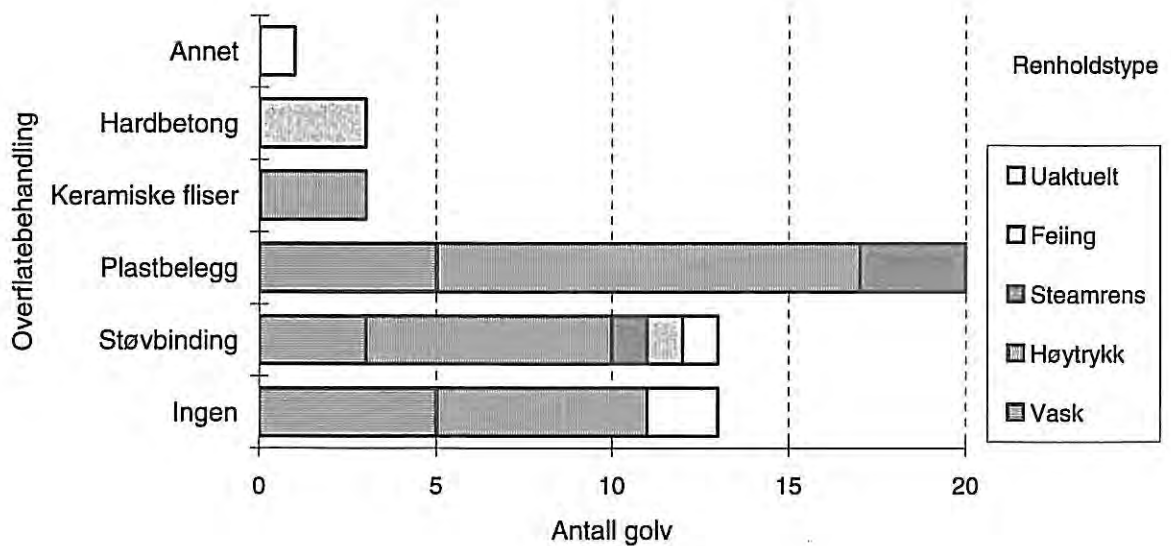


Fig. 5.3 c
Renholdstyper brukt på ulike overflatebehandlinger

5.32 Renholdsfrekvens

Daglig renhold er ut fra undersøkelsen mest vanlig. Langt over halvparten av de 49 golvne med kjent vedlikeholdsfrekvens oppgis å rengjøres så ofte (71 %). For næringsmiddelindustrien er naturlig nok denne andelen noe høyere (80%). I fig. 5.3 e er renholdsfrekvenser vist.

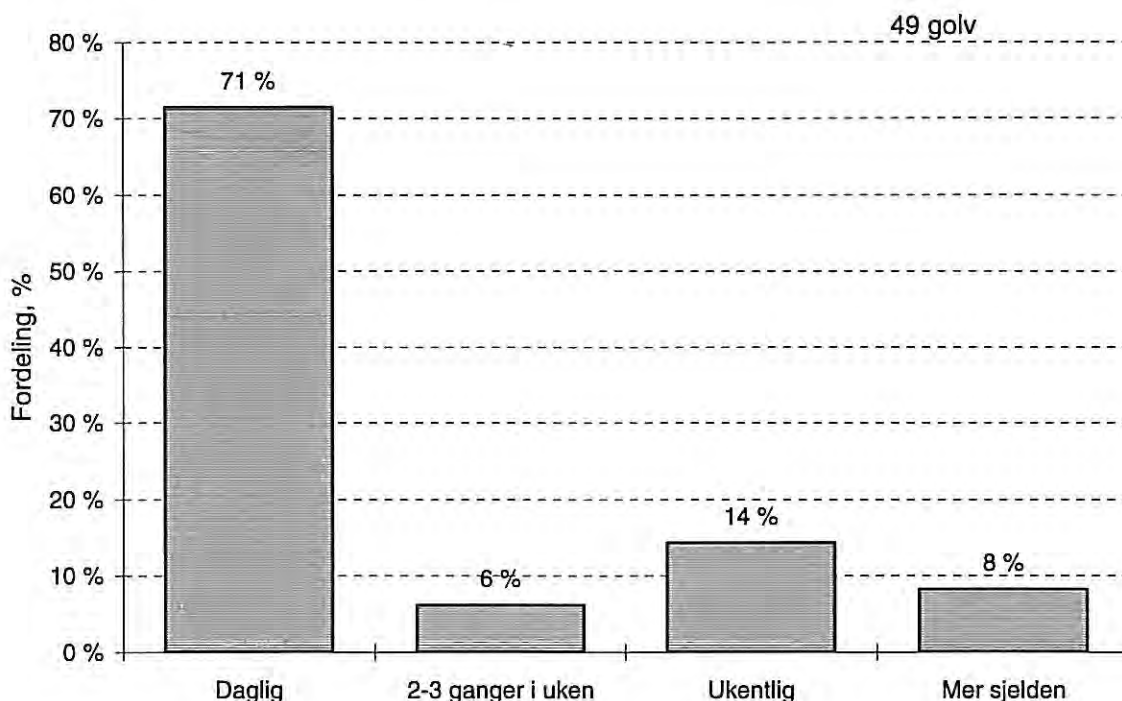


Fig. 5.3 e
Renholdshyppighet

5.33 Rengjøringsmidler

Det ble vanligvis brukt tradisjonelle midler som vann med avfettingsmiddel til renholdet, dvs. hele 48 % av bedriftene brukte disse. Rent vann ble bare benyttet i 10 % av tilfellene. Det samme gjelder mer intens bruk av f.eks. avfettingsmidler. Dette tyder på at tradisjonelle metoder holder stand innen industrien. Det må imidlertid påpekes at tørrmopping e.l. er mindre egnet på en stor andel av de golvene undersøkelsen omfattet.

5.34 Oppsummering

De renholdsmetodene som brukes, vil være sterkt avhengig av industrigrenen m.m. Av den grunn vil kanskje ikke undersøkelsen gi et helt representativt bilde av renholdet i norske bedrifter. På den andre siden var bedriftstypene såvidt mange at dersom andre metoder/midler enn de tradisjonelle hadde vært mye brukt, burde enkelttilfeller blitt fanget opp.

Den store prosenten med daglig renhold med bruk bl.a. av høytrykksspyling eller vasking viser at renhold ofte har en sentral plass i driftsbildet. Fett og annet gjenstridig smuss vil kunne fjernes effektivt ved denne typen rengjøring og gi grunnlag for hygiesikkerhet og trivsel.

For en golvflates levetid kan daglig bruk av tøffe metoder som f.eks. varm høytrykksspyling være negative hvis de ikke utføres med forstand. Feilaktig bruk kan bl.a. resultere i ødelagte fuger på golv med keramiske fliser. Hardplastbelegg kan få temperaturutvidelser som medfører heftbrudd mot underlaget eller fasthetsreduksjon som kan gi skade ved belastning. Rengjøringsmetode og -middel har utvilsomt medvirket til de avskallingene som er omtalt under pkt. 3.14. Grundig renhold vil ha positiv effekt med hensyn til slitasje, da «slipematerialer» som sand e.l. blir fjernet.

5.4 Henvisning

[5.4.1] Kristvik, Harald Olav: Vedlikehold av industrigolv. Hovedoppgave, 1970, Institutt for husbyggingsteknikk, Norges tekniske høgskole, NTH, Trondheim

6. Brukererfaring

6.1 Generell brukerevaluering

Hvordan en byggherre/bruker vurderer kvaliteten på et golv, vil på mange måter være et kjernespørsmål. Ingen kan «vurdere» en golvflates funksjonsdyktighet bedre enn de som daglig lever med og på golvet.

I fig. 6.1 er sammenliknet brukernes helhetsvurdering (fornøyd/skuffet) med vår egen vurdering (Meget bra, bra og lite bra). Overensstemmelsen er som figuren viser relativt god. I enkelte tilfeller har vi imidlertid en positiv vurdering av golv hvor bruker er skuffet. Årsaken til forskjellen er ikke fullt klarlagt, men kan i de fleste tilfellene føres tilbake til utseende (godt synlige brettstrøk i utstøpte plastbelegg, fargeforskjeller i rene betongflater, nivåsprang over fuger i flisegolv). Det er grunn til å regne med en nær sammenheng mellom brukeres forventning og evaluering av resultatet. Hvis et golv er i samsvar med de kravene og ønskene som er nedfelt i beskrivelsen, er 68 % av brukerne generelt fornøyd. For golv hvor bruker angir «problemer», opptrer flertallet av disse svært kort tid etter at golvet er tatt i bruk (hele 56 % i løpet av ½ år og 80 % før året er gått). For de fleste av de øvrige golvene hvor bruker oppgir mangler, er disse registrert først når golvet er mellom to og fem år gammelt (14 %). En mulig tolkning av disse registreringene vil være at dersom det er valgt et uegnet belegg eller gått galt ved utførelsen, vil problemer avsløres i løpet av det første året. Når problemer oppstår senere, vil bruksslitassen være årsaken eller en medvirkende årsak.

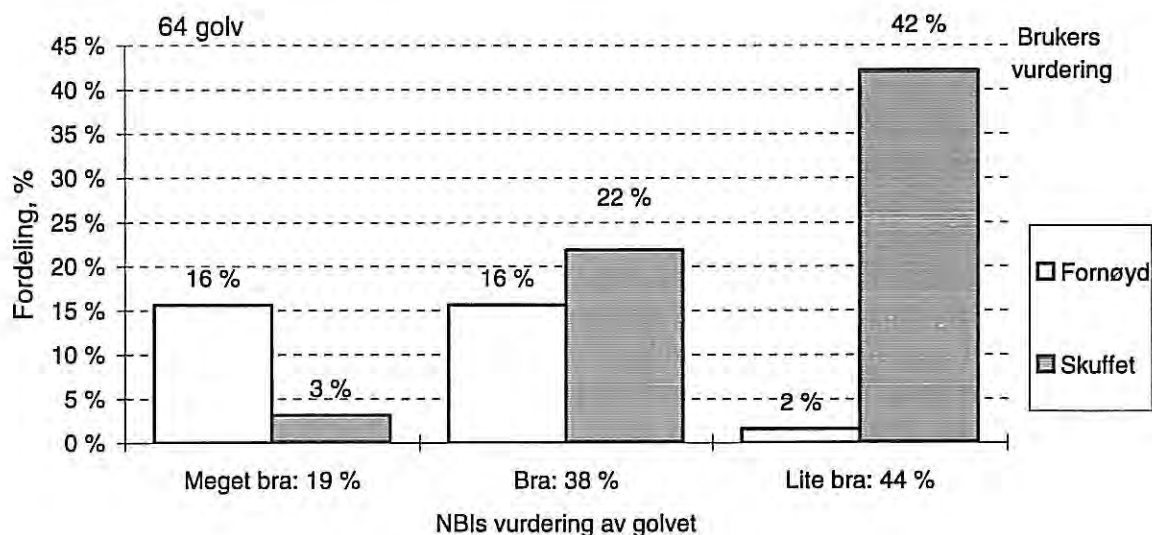


Fig. 6.1
Byggforsks vurdering av golv sett mot brukerevaluering

De erfaringene som brukeren har, kan det være av interesse å se i forhold til flere av de parametrene som inngikk i undersøkelsen. I det følgende er det imidlertid valgt bare å se på et par forhold som brukerne ofte trekker fram.

6.11 Brukerevaluering og overflatebehandlings tilstand

I fig. 6.11 a er brukerens hovedinntrykk av golv med en egen overflatebehandling sett sammen med tilstanden til overflatebehandlingen.

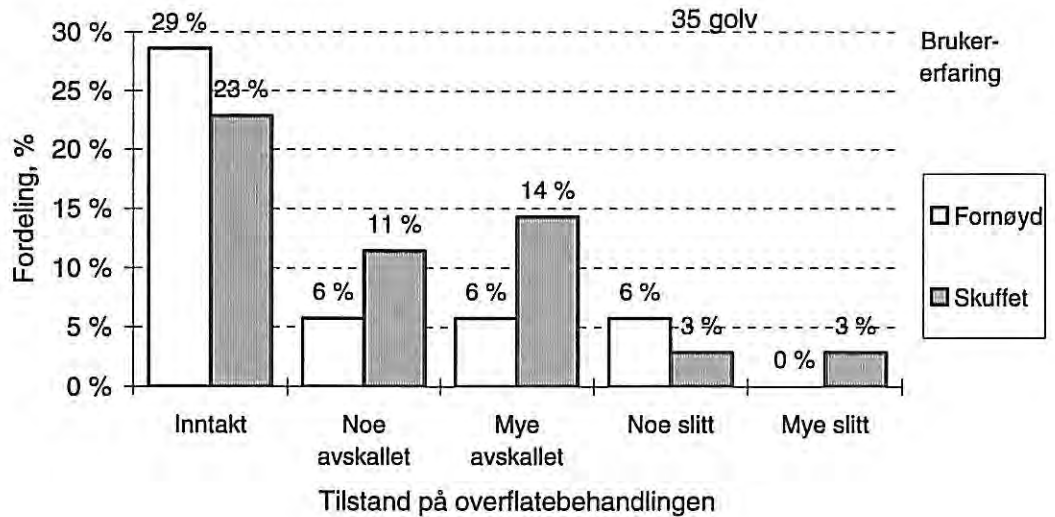


Fig. 6.11 a
Brukers vurdering av tilstanden på overflatebehandlingen

Figur 6.11 a viser at en intakt overflate ikke uten videre gir en fornøyd bruker, mens andre brukere er fornøyd selv om belegget har skader/mangler. Sistnevnte forhold kan forklares med at enkelte brukere betrakter virksomheten i sin bedrift som så «spesiell og tøff» at det ikke finnes golvbelegg som kan motstå bruken uten skader over noe tid. Dersom det brukte golvbelegget motstår påkjenningene bedre enn det som ble brukt tidligere, vil evalueringen lett bli positiv selv om flaten har mindre avskallinger e.l.

Det var en overraskende liten forskjell mellom antall brukere som var fornøyd og de som var skuffet over golvene tilstand. Dette indikerer at mange brukere legger mindre vekt på overflatebehandlings tilstand enn ventet, mens andre derimot ikke er fornøyd selv om overflatebehandlingen er uten skade. Årsaken kan være at den første gruppen regner golvenes overflate som et vedlikeholdsanliggende, mens den andre kanskje ikke har fått det gulvet de hadde tenkt seg i utgangspunktet. Det er imidlertid lite sannsynlig at en bruker av et nytt gulv vil akseptere at f.eks. overflatebehandlingen skaller av etter kort tid. Dette bekreftes av fig. 6.11 b som viser at de fleste intakte golvene er nyere enn to år, mens størstedelen av dem med «skader», er eldre. Rehabilitering kan være årsaken til den relativt store andelen av intakte gulv eldre enn 10 år.

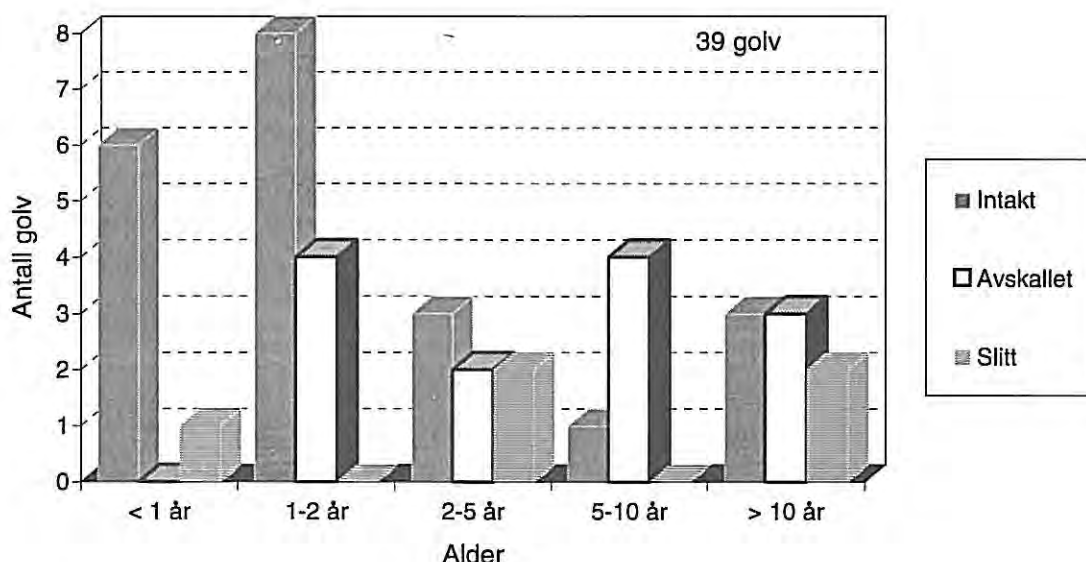


Fig. 6.11 b
Tilstand og alder på overflatebehandling

6.12 Brukerevaluering og overflateplanhet

Planheten til et golv er som påpekt bl.a. i Anvisning 36, relativt ofte grunnlag for reklamasjon og tvist mellom byggherre og entreprenør. I fig. 6.12 er satt opp generell brukerevaluering for golv mot jevnhet vurdert i forhold til krav spesifisert etter NS 3420.

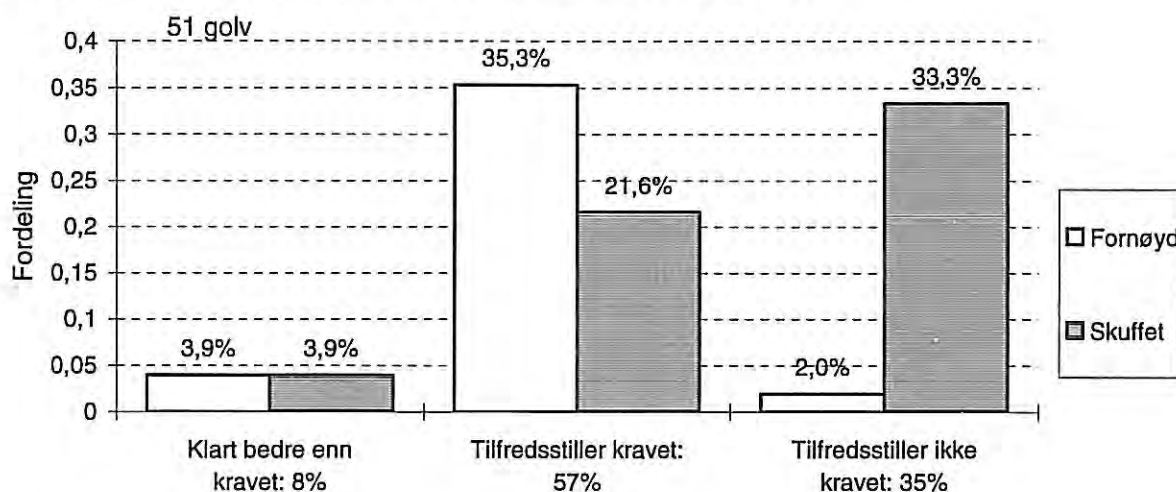


Fig. 6.12
Golvenes forhold til toleransekrav for overflatejevnhet i NS 3420 sett mot brukers vurdering av golv

Figuren støtter opp om at overflatens planhetsegenskaper er en viktig faktor for brukers vurdering av golv. Her er det en klar sammenheng mellom skuffet bruker og golv som ikke tilfredsstillt kravet til overflatejevnhet. For golv som tilfredsstillt kravet, er det en overvekt av fornøyde brukere, men prosenten av skuffede er svært høy. Golv som er klart bedre enn kravet, har også noen få skuffede brukere. Selv om det siste omfatter få golv, indikerer resultatet at man skal være litt forsiktig med å konkludere når man splitter opp en helhetsvurdering av golvene i delementer.

6.13 Brukerevaluering og kjemikalieres motstand

Nærmere 70 % av golvene i feltundersøkelsen blir utsatt for kjemikaliebelastning (andre enn rengjøringsmidler). I fig. 6.13 a er brukernes generelle vurdering av et golv sett opp mot de ulike typene av kjemikaliebelastning. Se også kap. 3.2.

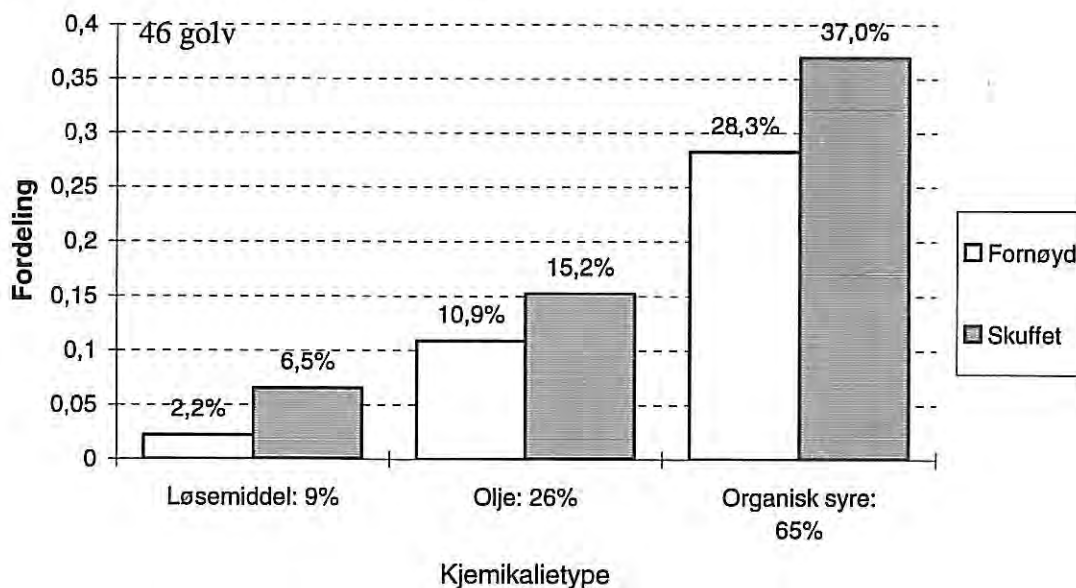


Fig. 6.13 a
Generell brukers erfaring sett opp mot ulike kjemikaliebelastning på golvet

Som fig. 6.13 a viser, er organiske syrer og olje de dominerende kjemikaliegrupper. Selv om bruker er generelt skuffet over vel halvparten av golvene, er også mange fornøyde med golv som er utsatt for slike belastninger. Overflater på golv utsatt for kjemikalier var ren betongflate, impregnering, utstøpt plastbelegg og keramisk flis. I fig. 6.13 b er brukererfaring med de ulike typer overflater satt opp. Ut fra fig. 6.13 b ser vi f.eks. at bruker er misfornøyd med alle de tre keramiske flisegolvne i undersøkelsen. Både kjemikalieangrep i fugene og lokale knusninger kan forklare disse brukervurderinger.

Av de 48 golvene som ble utsatt for kjemikalier, var det bare fire som ble utsatt for løsemidler. Bruksvurderingen av disse kan derfor ikke anses for representativ for denne kjemikaliegruppen. Når det gjelder olje og organiske syrer, var utvalget bedre. Disse kjemikalierne forekom på golv med herdeplastbelegg, støvbinding (vanligvis plast) eller på ubehandlet betong. Organiske syrer forekom dessuten på golv med keramiske fliser. Figur 6.13 b viser hvordan bruker generelt var fornøyd med belegg/overflatebehandling. Ser man derfor fig. 6.13 a og b i sammenheng, har organiske syrer gitt skader på flisgolv (fuger), mens erfaringene er både gode og dårlige for de andre beleggene med hensyn til olje og organiske syrer. Dette må bety at de som var fornøyd, hadde fått en overflatebehandling som var riktig i forhold til aktuelle kjemikalier.

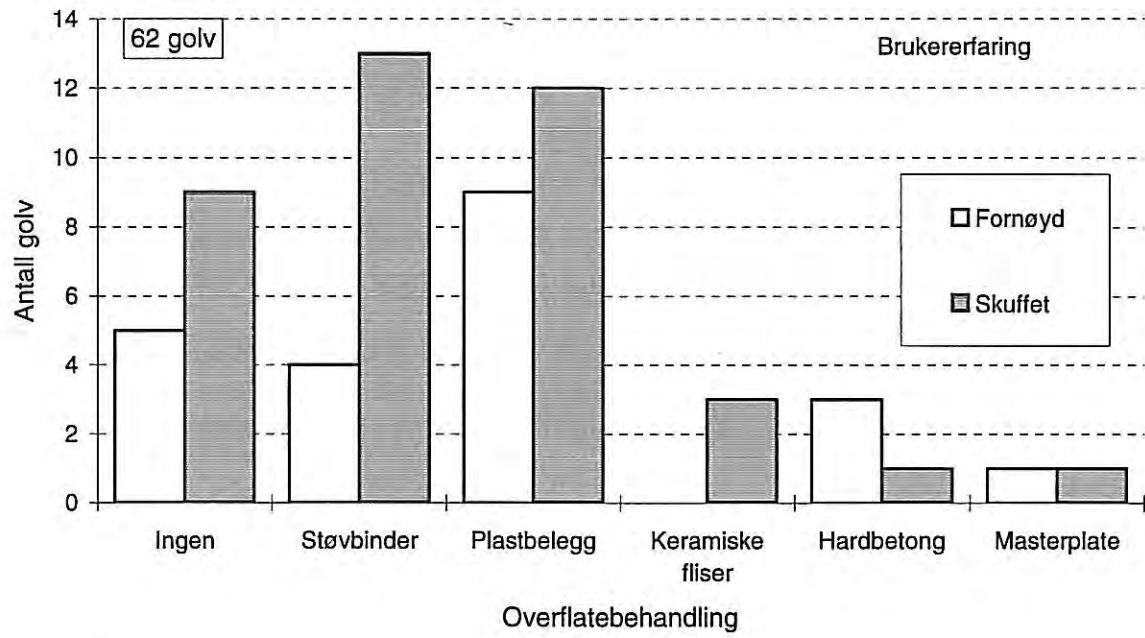


Fig. 6.13 b
Brukererfaring med de ulike overflatene

7. Felt- og laboratorieforsøk

7.1 Innledning

I dette kapittel er samlet resultater fra måling av trykkfasthet og fra prøving av slitasjemotstand. Målte egenskaper for andre overflater/belegg enn betong er tatt inn for slitasjemotstand for en direkte sammenlikning.

Ved siden av målinger som ble gjort i direkte tilknytning til feltundersøkelsen er tatt inn resultater fra andre laboratoriemålinger utført ved Norges byggforskningsinstitutt når disse kan sammenliknes direkte, eller har en klar relevans til målingene i feltundersøkelsen.

7.2 Betongfasthet

Til tross for at andre egenskaper i mange tilfeller kan være minst like viktige for et industrigolvs funksjon og levetid, blir betongens fasthet av mange vurdert som et relevant og ofte direkte mål på golvetts kvalitet. Dette skyldes flere forhold. Viktigst er det nok at en betong ofte spesifiseres ved en fasthetsklasse og trykkfasthet er dessuten en egenskap som relativt enkelt lar seg måle og kontrollere.

Innenfor feltundersøkelsens rammer var det ikke rom for å bestemme fasthet på utborede prøver fra så mange golv som ønskelig. I noen tilfeller vil det fra byggherrens side dessuten være en naturlig vegring mot at borkjerner tas ut bl.a. på grunn av at reparasjonene etter utborede kjerner ofte blir lett synlige. Noen borkjerner ble imidlertid tatt ut. Videre ble trykkfasthet bestemt på terninger fra flere golv under utstøping. Det store flertallet av fasthetsmålingene ble imidlertid utført som ikke-destruktive målinger (NDT) ved hjelp av en prellhammer (NS 3677), og de direkte fasthetsmålingene kan nærmest ses som en stikkontroll av de ikke-destruktive målingene. I pkt. 7.21 til 7.23 er fasthetsmålingene beskrevet nærmere, mens de fleste resultater er gitt og diskutert i pkt. 7.24.

7.21 Utborede prøver

Betongfasthet for golv i bruk ble bestemt på utborede prøver der det av økonomiske og praktiske grunner var mulig. Utboring og behandling av prøvesylindre ble utført i samsvar med reglene i NS 3670. I tillegg til de utborede sylindre med diameter på 90 og 100 mm inngikk også terninger tilsaget av «uthogde» prøver i denne delundersøkelsen (sidelender 70 og 75 mm. Etter reglene i NS 3667 skal minste dimensjon være 100 mm). I tabell 7.21 er fasthetsresultatene for åtte golv fra denne prøvingen gitt. Prøveresultatene er omregnet i samsvar med reglene i NS 3420 kap. L.

Tabell 7.21
Betongfasthet målt på utborede/tilsagde prøvestykker

Golv nr.	Betong-kvalitet	Målt trykkfasthet N/mm ²	Prøvestørrelse	Golvets tilstand	Anmerkning
1	C 35	46,4 - 51,0	S, d = 100 mm	Sprekker	–
2	«	30,8 - 31,7	S, d = 90 mm	OK	–
3	«	34,9 - 33,8	S, d = 90 mm	Sprekker	Vakuumbehandling
4	«	47,3 - 42,4	S, d = 100 mm	Noe sprekker, OK	Monolittisk
5	C 25	19,0 - 17,8	T, s = 70 mm	Sprekker	Påstøp, finsats
6	«	15,0 - 16,2	T, s = 70 mm	Svak overflate	« «
7	«	13,2 - 14,8	T, s = 70 mm	Overflatesår	Toppsjikt 2 lags.
8	«	23,2 - 25,6	T, s = 75 mm	Noe sprekker	–

S = sylinder T = terning
d = diameter s = sidekant

Av resultatene ser man at det ble målt lave fastheter for kvalitet C 25 finsats lagt ut som påstøp. Slike påstøpsbetonger blir også ofte proporsjonert med bløt konsistens.

7.22 Utstøpte terninger

I forbindelse med utstøping av fem golv ble det støpt terninger med sidekant 100 mm av betong tatt direkte fra betongbil eller blandestasjon. Fasthetsprøvingen ble utført i samsvar med reglene i NS 3668 Prøvelegemers trykkfasthet og NS 3669 Støping og lagring av prøvelegemer til å bestemme fasthet.

7.23 Ikke-destruktiv fasthetsmåling med prellhammer

I NS 3420 angis at bestemmelse av betongkvalitet i ferdig konstruksjon kan skje etter følgende metoder:

- prøving av utborede (uthogde) prøvelegemer
- ved bruddprøve
- ved prøvebelastning av konstruksjoner

I vår feltundersøkelse var det sterkt ønskelig å danne seg et bilde av betongkvaliteten ved at ikke-destruktiv prøving ved prellhammermålinger ble trukket inn. Ved slike målinger benyttes en såkalt Schmidhammer (fig. 7.23 a). Prøvingen består i prinsippet av at en fjærbelastet hammer slår an mot et stålstempel i kontakt med prøveflaten, og høyden på tilbakeslaget gir en prellhammerverdi og indirekte et mål på fastheten.

Metoden er beskrevet i NS 3677. Metoden kan ifølge standarden tenkes brukt til å undersøke ferdige konstruksjoner f.eks. jevnhet i betongens fasthet, avgrensninger av områder med avvikende kvalitet eller med skadet betong o.l. Videre kan metoden brukes til en grov bedømmelse av betongens fasthet. Stor nøyaktighet kan bare forventes når prellhammeren er kalibrert mot betong med samme sammensetning.



Fig. 7.23 a
Foto av Schmidthammer under bruk på et betonggulv

Metoden har vært i bruk i mer enn 30 år. I 1968 utførte Byggforsk i samarbeid med Norsk Cementforening en undersøkelse av reproduserbarheten for ulike Schmidthammervarianter. Konklusjonene fra denne undersøkelsen var ikke udelt positive, og det presiseres i rapporten at resultatet bare må betraktes som orienterende.

Siden denne undersøkelsen er selve apparatet forbedret, bl.a. ved at resultatet nedtegnes på et papir mens avlesningen tidligere besto i å registrere plasseringen av en rytter på en fingradert skala. Tekniske forbedringer av Schmidthammeren sammen med et sterkt behov for en ikke-destruktiv metode er årsaken til at prøvemethoden i dag er viet betydelig interesse. Det skal i denne forbindelse nevnes at i det standardforslaget som er lagt fram av den internasjonale prøvingsorganisasjonen RILEM, er «Schmidthammer» og «Hastighet for mekanisk puls» angitt som anbefalte NDT-metoder. I standardforslaget beskrives bl.a. en detaljert prosedyre for Schmidthammermålinger.

En Schmidthammermåling skal ifølge NS 3677 skje ved at det tas minimum 9 registreringer med minst 30 mm innbyrdes avstand. Middelveien for serien skal angis som betongens prellhammerverdi. Ved uregelmessigheter i et avtrykk (pore nær overflaten e.a.) tas ny måle-verdi. I instruksjonsboka til den mer moderne utgaven som ble brukt i vår undersøkelse, angis en «sannsynlig trykkfasthet» og en minimumsverdi som er fra 11 - 30 % lavere enn sannsynlig verdi. Forskjellen mellom sannsynlig fasthet og minimumsfasthet er prosentvis størst for de helt lave fasthetene. Apparatet er altså mindre anvendbart for de helt lave betongkvaliteter. I fig. 7.23 b er vist en typisk observasjonsserie for ett målested, hvor 10 observasjoner inngår. I vår feltundersøkelse ble det foretatt Schmidthammermålinger på vel 50 % av golvne. For 12 golv med rene betongoverflater foreligger «parallele» resultater fra prøving på utstøpte eller utborede prøver.

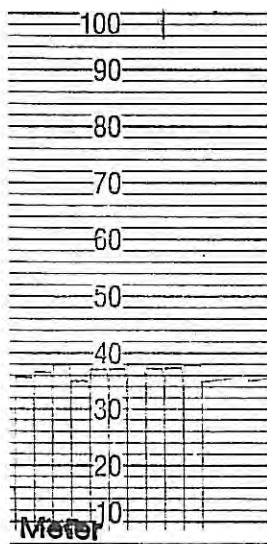


Fig. 7.23 b
Diagram fra en måleserie hvor det ble utført 10 slag i samme punkt

I feltundersøkelsen var det ofte ønskelig å få et generelt inntrykk av betongfastheten og eventuelt påvise svake partier. På ca. 1/3 av golvene ble det derfor foretatt målinger over hele golvflaten, men bare to registreringer i hvert «punkt», og målinger i minst 20 «punkter». Middelerdien ble angitt som betongen trykkfasthet i registreringsskjemaet for det enkelte golvet. Registreringsskjemaet for en slik måleserie er gjengitt i fig. 7.23 c.

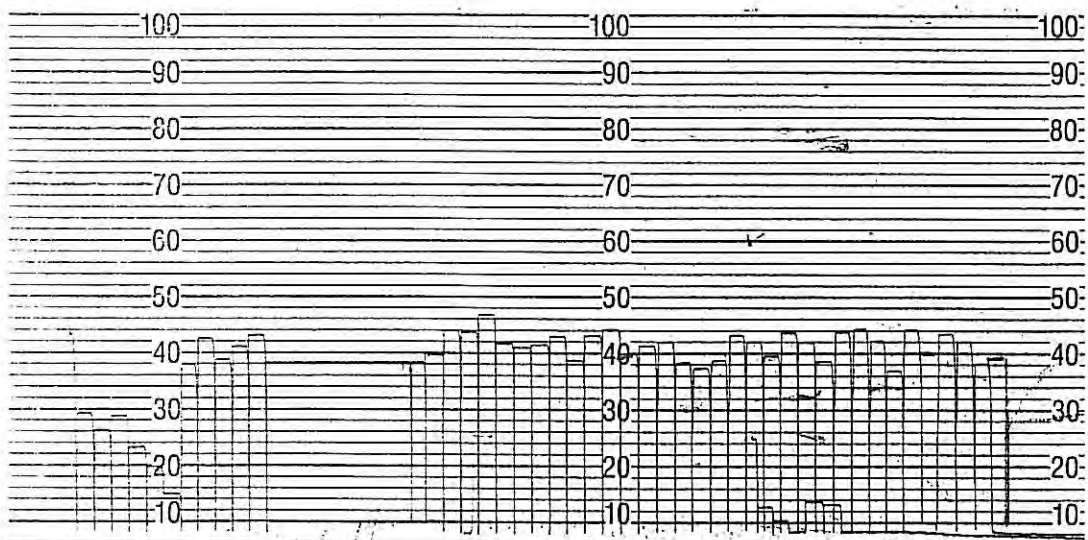


Fig. 7.23 c
Måleserie med 20 punkter hvor det er målt to ganger i hvert punkt, dvs. 40 målinger totalt

7.24 Fasthetsresultater – sammenstilling og vurdering

I tabell 7.24 a er tatt inn resultater fra de 12 golvene hvor beskrevet fasthetsklasse er kjent, samtidig som det foreligger tradisjonelle fasthetsmålinger i tillegg til Schmidthammermålinger.

Tabell 7.24 a
Resultat av trykkfasthetsmålinger for 12 golv med kjent fasthetsklasse etter vanlig fasthetsmåling og Schmidthammermåling

Golv	Al-der (år)	Beskrevet fasthets-klasse	Midlere trykkfasthet, N/mm ²			Golvets tilstand
			Utborede prøver	Utstøpte prøver	Schmidt-hammer	
A	5	C35	48,2		49	0
B	2	«	31,3		34	+
C	2	«		50,4	46	0
D	<1	«	44,8		49	+
E	6	«	48,5		51	+ oppsprukket
F	<1	C30 NA	33,2	34,8	36	0
G	3	C25		30,1	27	+ herdebetingelser
H	8	«	31,3		37	
I	4	«	15,8		23	+ finsats
J	3	Hardbetong	41,5		39	+
K	<1	«		69,0	61	+ oppsprukket
L	<1	«		58,2	55	0

Helhetsvurdering av golvet:

- + positivt
- 0 middels
- ÷ negativt

Til resultatene kan det knyttes følgende kommentarer:

- Schmidthammerfastheten er generelt noe høyere enn det man måler på utborede prøver, men lavere enn for utstøpte prøver.
- Bare i ett tilfelle er forskjellen mellom ikke-destruktiv prøving og den destruktive prøvningen så stor at den må forventes å ha betydning for kvalitetsvurdering (golv I). Her er målt betongfasthet på utboret (uthogd) prøve så lav at det er grunn til å spørre om prøven ble svekket ved prøvetakingen.
- For de tre golvene som er fem år eller eldre, kan resultatene fra prellhammermålingen være influert av at betongen er karbonatisert i toppsjiktet. (En lett sliping av overflaten inngår i måleprosedyren, men dette vil ikke fjerne karbonatisert sjikt på litt eldre betonger.)
- Prøvingen bekrefter tidligere målinger om at det i praksis ikke er mulig å oppnå så høy fasthet på hardbetong som de verdiene som angis av produsent (gjerne 80 til 90 N/mm²). Både vannbehov for en utstøpbar konsistens og komprimeringsmulighetene er viktige faktorer i dette bildet. Forholdet gir grunnlag for skuffelser og også for tvister.

Som en oppsummering av trykkfasthetsmålingene i feltundersøkelsen kan sies at NDT-måling ved hjelp av moderne Schmidthammer i de aller fleste tilfellene kan benyttes for vurdering av betongfasthet, og ikke minst ved kontroll av om det er uheldige fasthetsforskjeller fra et område til et annet på samme golv.

I NS 3677 angis at betongtykkelsen skal være minst 100 mm i slagretningen. Ved bruk av prellhammer på tosjikts betonggolv, og spesielt med et 10 – 12 mm tykt hardbetongbelegg «vått i vått» med tradisjonell golvbetong, vil man altså måle på en «inhomogen betong». Det må i slike tilfeller antas at en måler en lavere fasthet enn om f.eks. hele golvtykkelsen består av hardbetong. Resultatene fra målinger på tre hardbetonggolv i tabell 7.24 a støtter en slik vurdering selv om forskjellen mellom den tradisjonelle trykkfasthetsmålingen og prellhammerprøven bare er 5 % for to av disse golvene.

7.3 Slitasjestykke

Levetiden for et golv vil ofte være knyttet opp mot beleggets motstand mot slitasje. Den praktiske slitasje på et golv er som regel et resultat av flere samvirkende faktorer. Eksempler på «belastninger» som kan gi slitasje, er «sliping», hjullaster, ripelaster osv. Graden av slitasje øker når to eller flere typer påkjenninger samvirker. Eksempler her er søl av aggressive væsker, varmt vann e.l. som endrer golvbeleggets overflateegenskaper slik at motstanden mot f.eks. hjullaster reduseres.

I Anvisning 36 er slitasjestykke kort omtalt, og slitasjetall for sammenliknbare golvmaterialer etter prøvemethode Byggforsk 6/83 *Golvbelegg, slitasjemotstand* er gitt. Her i prosjektrapporten utdypes forholdet nærmere, og bl.a. motstand mot hjulbelastning er behandlet.

7.31 Slitasjemotstand ved sliping

For en sammenlikning med prøveresultater som refereres i dette kapitlet er slitasjetall fra prøvning ved Byggforsk gjennom vel 30 år tatt inn som tabell 7.31 a.

Tabell 7.31 a
Slitasjetall for sammenliknbare golvmaterialer

Golvmateriale	Slitasjetall i mm		
	Største verdi	Minste verdi	Middelverdi
Betong	11,9	2,3	5,7
Golvpudd	11,9	2,9	5,6
Betong med metallspån	3,3	1,0	2,0
Hardbetong	4,5	2,6	3,1
Terasso og kunststein	7,4	1,6	4,4
Kvartsittskifer	4,2	2,1	3,2
Granitt	2,2	1,6	1,9
Marmor	12,7	3,9	6,3
Leirskifer, kalksteinsskifer	8,7	3,0	4,8
Akrylbelegg og mørtel*	2,8	1,7	
Polyesterbelegg og mørtel*	3,5	0,7	2,1
Epoksybelegg og mørtel*	5,8	1,0	3,3
Polyurtanbelegg og mørtel*	7,0	0,1	1,6

* Belegg av herdeplast kan ha høyst varierende fyllstoffinnhold. Som følge bl.a. av dette, kan slitasjetallet variere meget innen hver type belegg.

Det blir ofte ansett å være en god sammenheng mellom slitasjemotstanden etter Byggforsk-6/83 og trykkfastheten til betong. Dette er imidlertid ikke ingen generell regel. Det er flere forhold enn trykkfastheten som bestemmer denne formen for slitasje. Etter vår generelle erfaring har tilslagetets hardhet og gradering større betydning for slitasjemotstanden enn trykkfastheten. Betonger med tilnærmet lik trykkfasthet kan derfor ha høyst ulik slitasjemotstand. For å illustrere dette er det i fig. 7.31 a og b vist slitasjeresultater for gulvbetong med istrødd jernspon for å bedre slitasjemotstanden. Prøvene var skåret ut fra ferdige golv. Figur 7.31 a viser slitasjen sett i forhold til trykkfastheten.

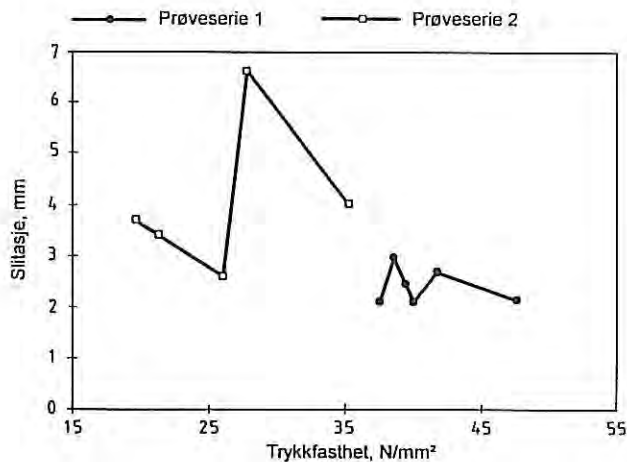


Fig. 7.31 a
Slitasjetall for betong hvor det var istrødd jernspon i overflaten sett i forhold til trykkfastheten. Slitasjen er lite avhengig av trykkfastheten

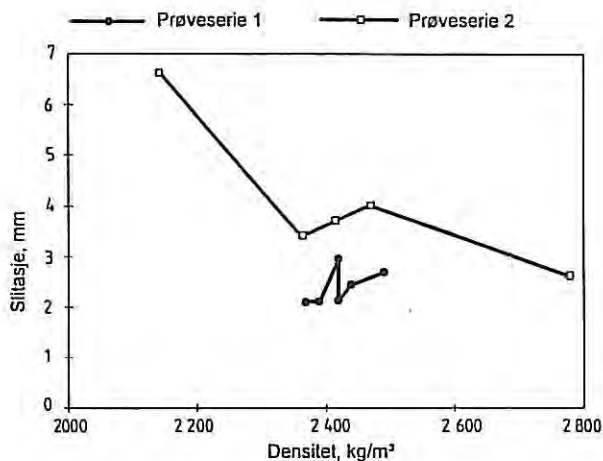


Fig. 7.31 b
Slitasjetallet sett i forhold til densiteten

Prøveserien i fig. 7.31 b viser at slitasjen i grove trekk vil reduseres med økende densitet (les: mengde jernspon). Resultatene viser derfor at det er jernmengden (hardheten) som påvirker slitasjen da trykkfastheten ikke vil bli vesentlig påvirket av at jerngranulatet er innblandet. Sammenstillingen i fig. 7.31 c er fra en hovedoppgave ved NTNU [7.4.4]. Resepten for laborieforsøkene framgår av tabell 7.31 b.

Tabell 7.31 b

Resepter for de ulike blandingene hvor resultatene for slitasje er vist i fig. 7.31 c.

Serie	D	E	R
Pukk (8-12 mm), kg/m ³	724	724	754
Sjøsand (0-10 mm), kg/m ³	724	724	754
Jordsand (0-4 mm), kg/m ³	352	362	377
Sement (MP 30), kg/m ³	385	385	385
Silica, kg/m ³	20	20	20
Vann, kg/m ³	192,5	192,5	192,5
v/c-tall	0,50	0,50	0,50
Fibertype	Dramix	EE	–
Fiber, volum-%	ca. 0,7	ca. 1,0	–
Fibermengde, kg/m ³	55	75	–
Rescon P, l/m ³	3,5	2,5	2,5
Rescon HP	–	8,0	4,0

Ut fra resultatene har stålfiber faktisk en negativ effekt på slitasjemotstanden overfor rullende hjul. Forklaringen må ligge i at fibre i overflaten bryter løs betongpartikler. Forsøk har vist at denne effekten reduseres ved bruk av større fibermengder (1,5 – 2,0 volum-%). Videre er myke fibre å foretrekke framfor stive.

7.311 Prøveserie med hardbetong

En hardbetong har tilsalg av spesielt harde materialer og blir brukt der det stilles store krav til golvet styrke og slitasjemotstand. Normal framgangsmåte er at det legges et 10 mm tykt toppsjikt av hardbetong på en vanlig golvbetong. Toppsjiktet legges ut mens underbetongen enda er våt. Dermed unngås problemer med heft mellom de to betongkvalitetene.

Tilslagsmaterialene i hardbetong kan være vasket og tørket spesialkvarts, korund, silisiumkarbid, derivater fra metallproduksjon o.a. Normale blandingsforhold sement/sand er 100/200 og 100/250 med v/c-tall 0,30 – 0,36.

I det følgende er angitt resultater fra et laboratorieforsøk med tre hardbetongtyper (A, B og C) fra det norske markedet (standardkvaliteter). Sementtype Standard er benyttet i forsøket. Fasthetsprøvingen er for øvrig utført i samsvar med reglene i NS 3420 og NS 3668.

For sammenlikning ble en parallell utprøving foretatt med en golvbetong, kvalitet C 30 (NA). Denne betongen ble hentet på byggeplass i fersk tilstand, mens utstøpingen av prøver ble foretatt på laboratorium og etter de samme prosedyrene som for hardbetongene. Resultater fra prøveserien er tatt inn i tabell 7.311.

Tabell 7.311

Resultater fra laboratorieforsøk med tre hardbetonger og en normal betong. Fasthetsprøving etter NS 3420 og NS 3668

Type	v/c-tall	Fersk betong		Trykkfasthet, N/mm ²		Målt slitasje etter 2 000 omdreininger	
		Luft, %	Densitet, kg/m ³	7 dager	28 dager	mm	g
A	0,35	4,6	2313	46,2	51,8	2,91	23,96
B	0,35	3,8	2317	42,6	47,8	2,81	23,83
C	0,35	3,8	2296	46,8	53,6	2,64	22,24
D	0,60			27,3	34,1	4,35	38,28

Igjen bekreftes at fastheter fra 80 til 110 N/mm² angitt i datablad for de samme produktene ikke er realistiske trykkfastheter ved de utleggingsteknikkene som i dag er aktuelle. Forskjeller både i trykkfasthet og i målt slitasje er liten for de tre hardbetonger. Tallene viser videre at slitasje i mm for hardbetongen er ca. 65 % av den som ble målt for en standardbetong. Tatt i betraktning den store forskjellen i v/c-tall og bruk av spesielt hardt tilslag i hardbetongen, kunne det kanskje være naturlig å forvente en større forskjell. Med i totalbildet hører at slitasjetallene for hardbetongene ligger ned mot «minste» verdi i Byggforsks generelle erfaringsmateriale, se tabell 7.31 a.

7.32 Slitasjemotstand ved hjulbelastning

Slitasje, mm

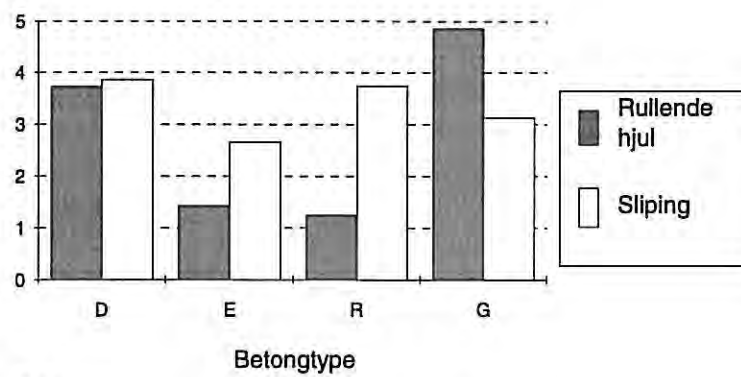


Fig 7.32 a

Slitasje av rullende hjul og ved «sliping» på fiberbetong

D: Laboratorieblanding av betong tilsatt Dramix fiber

E: Laboratorieblanding av betong tilsatt EE-fiber

R: Laboratorieblanding av referansebetong uten fiber

G: Golvbetong hentet fra byggeplass

Det er flere ganger tidligere understreket at trucker og jekketraller svært ofte er de vanligste belastninger på et golv. Erfaringene har vist at slitasjen blir liten – ofte ubetydelig – der trafikken går rett fram. Det er når retningen endres og på steder hvor den stopper og starter at vi får den største slitasjen. At det er slik lar seg lett konstatere ved å se på golv med f.eks. stor trucktrafikk, se foto i fig. 7.32. Det må derfor forventes stor slitasje ved lasteramper, i hovedtrafikkåre hvor trafikken endrer retning m.m. Forskjell i påkjenninger som forårsaker slitasje tilsier ofte at spesielle beleggbetongkvaliteter velges på slike steder.



Fig. 7.32 b

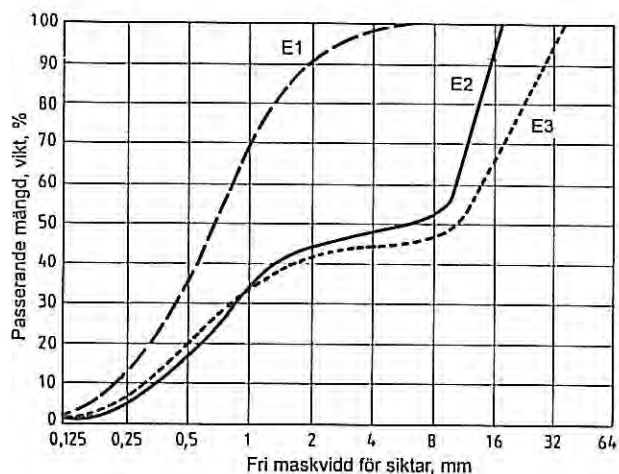
Fotoet viser eksempel på slitasje i trafikksoner hvor trucken endrer kjøreretning.

Golvbelegget kan komprimeres, løsne fra underlaget, vales ut, slites eller knuses av rullende hjul. Til å prøve golvmaterialets motstand mot hjulbelastning er det utviklet en prøvemethode som er Svensk Standard SS 92 35 08. Metoden benytter seg av både stålhjul og mykere hjul. Prøvingen kan utføres i ulike temperaturer og med eller uten væske på overflaten. For prøving av golvbelegg til industrien er derfor denne metoden i mange tilfeller mer realistisk enn en slipemetode, som i pkt. 7.31.

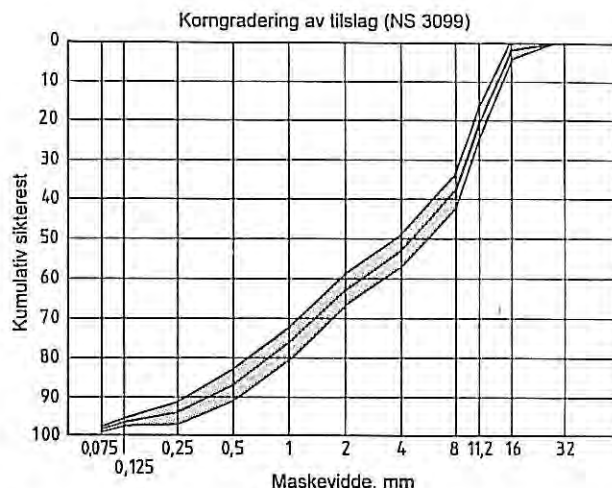
Da Byggforsk kun har utført noen få egne større forsøk etter metoden og ikke har tilsvarende erfaringsmateriale for denne metoden som for metode Byggforsk-6/83 (se pkt. 7.3), vil vi i det etterfølgende også referere resultater fra svenske prøveserier [7.4.1].

7.321 Hjulbelastning på rene betongflater

Forsøkene i [1] omfattet bl.a. ulike betongvarianter, hjul av stål og en belastning på 2 000 N. Til forsøkene ble det benyttet tilslag ifølge siktekurver i fig. 7.321 a. Til sammenlikning for norske forhold vises en korngraderingskurve i henhold til NS 3099 i fig. 7.321 b.



a



b

Fig. 7.321 a og b

Svensk og norsk siktekurve for tilslag. Tilslag etter den svenske er benyttet til betongen for hjulbelastningen.

Resultatene fra forsøkene på en del betongvarianter framgår av tabell 7.321 a.

Tabell 7.321 a

Stålhjul med 2000 N last på betong med ulike tilslagskurver og behandling

Prøve nr.	Fasthetsklasse, konsistens og behandling	Siktekurve	Trykkfasthet N/mm ²	Profilsenkning (middel) mm	Avslitt volum cm ³
1	C35, Plastisk, vakuumbehandlet	E3	56	1,2	86
2	C35, Tungtflytende, vakuumbehandlet	E3	49	1,2	92
3	C35, Middelstiv	E3	62	1,4	119
4	C 35, Tungtflytende, vakuumbehandlet	E3	50	1,9	144
5	C 35, Plastisk	E2	36	2,0	168
6	C 35, Plastisk	E1	47	2,0	170
7	C 35, Tungtflytende, vakuumbehandlet	E2	39	2,2	202
8	C 35, Tungtflytende, vakuumbehandlet	E2	34	2,3	207
9	C 35, Plastisk	E3	46	3,4	323
10	C 20, Plastisk	E3	36	3,7	328
11	C 35, Tungtflytende	E3	51	3,7	366
12	C 20 (sement:tilslag 1:5), Plastisk	E1	33	9,4	1 038

Selv om C 20 generelt ikke anbefales til gulvbetong i industrien, viser prøvene 10 og 12 at slitasjemotstanden for denne betongkvaliteten kan bedres vesentlig om steinstørrelsen økes. De 10 prøvene med C 35 viser at motstanden mot tung hjulbelastning kan variere innen relativt vide grenser med sammensetning, konsistens og leggesprosedyre. Generelt var imidlertid hjulmotstanden god for denne betongkvaliteten. Noen klar sammenheng mellom motstand mot tung hjulbelastning og tilslagets kornkurver kunne her ikke registreres, mens vakuumbehandling hadde en viss positiv effekt. Som ved slipeprøvingen, pkt. 7.31, er det heller ikke her noen entydig sammenheng mellom trykkfasthet og slitasjemotstand.

I [7.4.1] refereres også noen få forsøk med stålhjul på hardbetong. Overflaten var stålglattet. Resultater er gitt i tabell 7.321 b.

Tabell 7.321b
Stålhjul med 2000N last på hardbetong -

Prøve nr	Hardbetongmateriale og overflatebehandling	Tykkelse mm	Maksimal senkning av profilen, mm	Avslitt volum mm ³
1	Kvarts, vakuumbehandlet	7	ca. 2	ca. 90
2	Kiselkarbid og korund	7	ca. 3	ca. 200
3	Granulert jern	ca. 5	1,2	10 – 25
4	Granulert jern, vakuumbehandlet	ca. 5	0,7	5 – 15

Årsaken til det relativt sett dårlige resultatet for kiselkarbid viste seg å være at enkelte korn i overflaten kunne knuses av stålhjulet. Jerngranulatet kan derimot i samme situasjon ha vært utsatt for en plastisk deformasjon.

Tabell 7.321 b viser dessuten at disse harde tilslagsmaterialene i prøve 1 og 2 ikke var spesielt mer motstandsdyktige mot stålhjulet enn betongen i tabell 7.321 a, mens jerngranulatet altså kom meget bra ut.

7.322 Hjulbelastning og plastmodifisert betong

I Anvisning 36 pekes det på at dispersjoner av PVAc, akryl o.a., eller PVP i noen tilfeller blir brukt i påstøp. Slike sjikt vil ha lavere E-modul en vanlig betong. Dette har en gunstig virkning for golvpuss som utsettes for stålhjul i tørr tilstand. Vanligvis «polerer» hjulene da overflaten og slitasjen blir liten slik at bl.a. støvplager vilreduseres.

I [7.4.1] refereres en rekke forsøk med 10 mm golvpuss lagt på betongheller. Forsøkene viste klart at plastdispersjonene forbedret slitasjemotstanden vesentlig når de ble prøvd med stålhjulet i tørr tilstand. De tålte imidlertid ikke vann i kombinasjon med hjulbelastningen. Eksempler fra forsøkene er vist i tabell 7.322.

Tabell 7.322
Golvpuss tilsatt plastdispersjon prøvet i tørr tilstand og med vann på overflaten, stålhjul med 2000N last

Prøve nr.	Blandingsforhold sement: tilslag	Plastdispersjon, type og % av sementvekt		Trykkfasthet N/mm ²	Fuktilstand ved prøvning	Maksimal senkning av profilen, mm	Avslitt volum, mm ³
1	5 : 8	PVAc	7%	35	Tørr	0,8	15
1	Samme				Våt	ca. 10	ca. 750
2	1 : 4	Akryl	17%	–	Tørr	0,7	< 1
2	Samme				Våt	> 10	ca. 1600
3	1 : 4	Akryl	14%		Tørr	0,8	1
4	1 : 4	Akryl	14%		Våt	>10	ca. 1000

I oppdragssammenheng har også Byggforsk utført tilsvarende forsøk som støtter opp om de refererte resultatene. Vår erfaring fra slike forsøk er ellers at mengde dispersjon hadde en vesentlig betydning for resultatet. Motstanden mot hjulbelastning i tørr tilstand øker med økende plasttilsetning, men samtidig gir stor plasttilsetning også de største reduksjonene i våt tilstand. Årsaken til dette er at plastdispersjoner etter tørking og herding vil mykne ved påvirkning av vann.

7.323 Hjulbelastning og overflatebehandlet betong

I [1] ble det påvist at en stålglattet overflate som var blitt behandlet med 0,2 mm epoksy-lakk, fikk betydelig bedre motstand mot sliteasje fra stålhjul enn en tilsvarende ubehandlet overflate. En ubehandlet ru betongoverflate vil ha mindre motstand mot stålhjul enn en stålglattet. Dersom overflaten var ru, mistet også impregneringen sin betydning. Motstanden på en slik impregnert flate ble derfor bare svakt bedre enn for en uimpregnert stålglattet flate. Lakken ville likevel redusere støvproblemene.

Når det gjelder herdeplastbelegg, var resultatene avhengige av betongens fasthet, overflatens renhet og beleggets tykkelse. For å få klarlagt de ulike parameterenes betydning for motstanden mot hjulbelastning, ble en rekke forsøk gjennomført i [7.4.1].

I én serie ble et stort antall prøver med herdeplastbelegg undersøkt. Betongunderlaget tilsvarte C 35 (freset overflate). På dette underlaget ble det lagt belegg av epoksy, polyester, polyuretan og akryl i tykkelser fra 2 – 3 mm til 10 mm. Prøvene ble utført i henholdsvis 23 og 40 °C på tørr og våt overflate. Det ble benyttet gummi- og stålhjul ved forsøkene. Belastningen på hjulene var 2 000 N.

Resultatene viste at alle varianter tålte påkjeningen fra gummihjul godt. Det oppsto f.eks. ingen vedheftsbrudd. På belegg med ru overflate ble imidlertid toppene slitt bort og gummihjulet mye slitt.

Stålhjul slet bort topper eller deformerte beleggene slik at flaten ble jevnere. Tørre, jevne flater med selvjevne epoksy- og polyuretanbelegg ble ved 23 °C bare ubetydelig påvirket av stålhjulet. Ved 40 °C derimot løsnet epoksybelegg fra én av prøvene som ble belastet i tørr tilstand. Kombinasjonen av 40 °C og vann på overflaten resulterte i at alle belegg ble ødelagt av stålhjulet.

I en annen serie ble heftfastheten til selvjevne epoksybelegg mot betong med ulike betongkvaliteter og overflatebehandling undersøkt. Heftfastheten mellom belegg og betong for ovennevnte prøver før belastning lå i området 3,0 – 4,4 N/mm² for C 45, 3,3 – 4,4 N/mm² for C 35 og 1,5 – 2,2 N/mm² for en betong C 15. Deretter ble de belastet med stålhjulet i 23 °C. Innenfor hjulbelastet område løsnet alle belegg i 1 mm tykkelse, uansett betongens kvalitet. Når tykkelsen ble økt til 2 mm, løsnet 75 % av prøvene ved hjulbelastningen. For beleggtykkelse 3 – 4 mm var resultatet mer nyansert. Beleggene på betongkvalitet C 15 hadde ingen eller lav vedheft (< 1 N/mm²)W. For betongkvalitetene C 35 og C 45 løsnet disse tykkere beleggene i 50 % av tilfellene på stålglattet betongflate. For resten av prøvene med denne overflaten og samtlige prøver hvor betongoverflaten var slipt, syrevasket eller frest, lå heftfasthet mellom 1,7 og 3,9 N/mm². I sammenlikning med ubelastet flate er heftfastheten redusert, men fortsatt bra.

Resultatene fra de forsøkene [7.4.1] gjennomførte, viser derfor at betongkvaliteten bør være mellom C 30 og C 45 (høyere betongkvalitet synes ikke å være gunstig for heftfastheten), og at beleggtykkelsen må være minst 3 mm dersom golvet får en tøff hjulbelastning. I tillegg må selvfølgelig undergolvet være tilfredsstillende forbehandlet, og leggearbeidet være fagmessig utført.

7.324 Feltundersøkelsene

Det ble som nevnt ikke registrert stålhjul på kjøretøyene som trafikkerte golvne som inngikk i vår feltundersøkelse. For øvrig – som det framgår av kap. 3 Belastninger – var det noenlunde likt fordelt mellom gummihjul (luftfylte og kompakte hjul) og harde hjul både med hensyn til trafikk generelt og på de ulike overflatebehandlingene, kanskje med en liten overvekt av gummihjul. De harde hjulene hadde baner av kompakt plast. De undersøkte golvne ville der-

for ikke få så tøff påkjenning som prøvene beskrevet i [7.4.1]. Dette bærer også resultatene preg av.

Hele 50 % av golvene i undersøkelsen ble vurdert som intakte, mens resten hadde fra «noe» til «mye» overflatesår.

Tilstanden på overflatebehandlingen var intakt på over 50 % av golvene som ble trafikkert av harde hjul, mot ca. 20 % av dem som trafikkeres av gummihjul. Her er nok derfor andre forhold enn rullende hjul viktige skadeårsaker.

For overflatebehandling som skaller av, må imidlertid hjulbelastning være en viktig skadeårsak. Vi fant en liten overvekt av harde hjul på golv med slike skader, men bare 23 % av golvene hadde avskallingsskader. Generelt må man derfor kunne si at undersøkelsen ikke gir grunn for å hevde at noen av de hjultypene som benyttes i dag, er utslagsgivende for skadeutviklingen på golvene.

7.4 Henvisninger

[7.4.1] Christer Bring. Hjulbelastning av industrigolv. Rapport R98:1978. Byggforskningen, Stockholm

[7.4.2] Christer Bring. Nötning av golvbelägningar. Golv til Tak 2/80, Stockholm

[7.4.3] Christer Bring. Golv. Rapport 13. Svensk Byggtjänst, 1983, Stockholm

[7.4.4] Magne Hjelle. Tilsetning av stålfibrar i golvbetong. Hovedoppgave ved NTH 1983

8. Industrigolv – fra prosjektering til bruk. Eksempler

8.1 Innledning

I dette kapitlet er forhold i tilknytning til to litt spesielle golvarbeider behandlet. For begge gjelder at krav eller de gitte betingelsene avviker fra dem en normalt står overfor. Golvene ble fulgt relativt godt opp under selve arbeidet, og det er foretatt ulike typer registreringer/målinger både under utførelsen, etter ferdigstillingen og etter at golvene ble tatt i bruk. Selv om kravene i disse eksemplene kan sies å være noe spesielle, vil problemstillingene ha en generell interesse.

8.2 Golv i elektroteknisk industri. Produksjonshall

Størrelse og belastning

Dette eksemplet behandler utførelse av et golv i en produksjonshall hvor både laster og produksjon setter spesielt strenge krav til golvet. Hallen har et areal på ca. 7 700 m² og en bærekonstruksjon av betongelementer. Midt i hallens bredde går en søylerekke c/c 12,0 m. Fri takhøyde under bjelker 6,0 m, se fig 8.2 a.

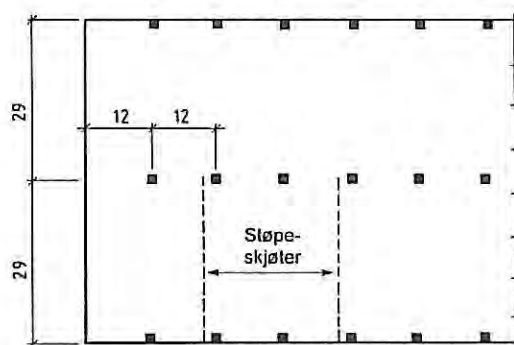


Fig. 8.2 a

Utsnitt av golvplan (målt i meter). Sprekkbredde ble målt i kontraksjonsfuger mellom de enkelte feltene og innenfor hvert enkelt felt, se tabell 8.2 b og 8.2 c.

Golvflaten brytes av fundamenter, kummer, renner o.l. med vel 90 % av arealet som ubrutt flate.

Belastningen på golvet domineres av trucker med en totalvekt på 12 – 13 tonn, datastyrt «shüttel-lavetter» med maks. vekt ca. 9 tonn som følger nedstøpte slynger (se fig. 8.2 b) og altså belaster golvet i faste baner og store punktlaster opp mot 2,8 tonn (kabeltromler). Shüttel-lavetter setter svært strenge krav til planhet og gjør at golvet må betraktes som en aktiv del av produksjonsutstyret.



Fig. 8.2 b
Eksempel på datastyrt lavett med kabeltrommellast

Konstruksjonsløsning, materialer og utførelse

Golvets oppbygging ble beskrevet som følger:

- Oppfylt og komprimert elvesand i ca. ½ m tykkelse. Tillatt overflateavvik 20 mm
- Plastfolie 0,2 mm
- Betongkvalitet C 35. Miljøklasse NA. Utvidet kontroll. Toleranseklasse 1 i NS 3420 tabell T1. Tykkelse 190 mm. Dobbeltarmert med nett K402, omlegg 200 mm. Bunnarmering 30 mm fra underkant. Topparmering 60 mm fra overkant
- Slitesjikt av 10 mm hardbetong utstøpt «vått i vått».
- Oppdeling med kontraksjonsfuger ble ikke spesifisert

Fabrikkblandet betong ble brukt. Fra blanderresepten skal gjengis:

- 335 kg sement type standard
- 167 l vann (v/c-tall 0,5)
- 760 kg pukk (16 – 22 mm)
- 1 100 kg sand
- 100 kg filler
- 2,7 l P-stoff
- 3 – 4 l SP-stoff
- Slump 5 – 7 cm (plastisk)

En teoretisk beregning av blandingens totalsvinn gir en verdi på ca. 0,45 %.

Siktekurve for tilslaget er vist i fig. 8.2 c.

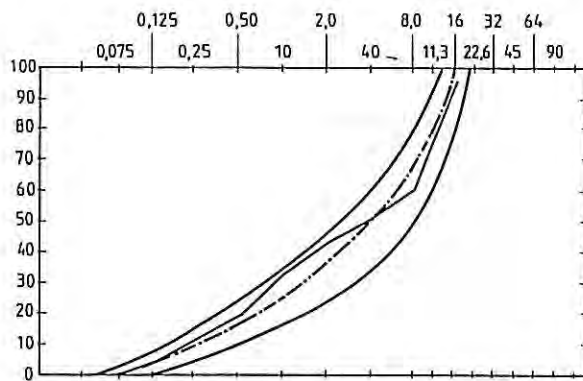


Fig. 8.2 c
Siktetekurve for tilslaget

Lagringsforholdene for tilslagsmaterialene tilsa et noe varierende fuktinnhold avhengig av uteklima. Dette problemet ble forsøkt ivarettatt ved at det hydrauliske trykket for transportbilens trommeldrift ble brukt for kontroll av konsistens (en form for viskositetsmåling).

Hardbetongen ble satt sammen med forhold tilslag: sement lik 1 : 2,5 (vektdele), v/c-tall ca. 0,38 og SP-stoff i mengde lik 1 % av sementvekten. Blandingen ble utført på byggeplassen (tvangsblander). Hardbetongens konsistens var flytende (slump 150 – 200 mm).

Støpearbeidet ble utført med dagsetapper fra 400 til 640 m² (15 støpedager totalt). I støpeskjøtene ble armeringsnettene brutt, og dybler Φ 16 mm c/c 250 mm ble benyttet (forankringslengde 300 mm).

Mot alle begrensingsflater (også søyler) ble det lagt 10 mm skumplast. Nedre armeringsnett ble lagt på betongstriper c/c 1,5 m for å sikre en mest mulig riktig plassering. Avstanden mellom armeringsnettene ble sikret ved bruk av «ryttere» parallelt med støperetningen (se fig. 5.6 b i Anvisning 36).

Betongen ble lagt ut ved hjelp av pumpe, komprimert med en stavvibrator og avrettet ved bruk av laserteknikk.

Hardbetongen ble lagt ut manuelt, komprimert med vibrobrygge, avrettet og glattet med glatteskive (helikopter).

Så snart det var mulig å komme ut på golvet, ble flaten vannet og heldekkende plastfolie lagt ut. Folien lå i ca. 3 uker, og i hele denne perioden ble betongens overflate holdt våt. Ferdig utherdnet golv ble slipt og impregnert med 2 strøk plastemulsjon.

Felt- og laboratoriemålinger

Under arbeidet og etter at golvet ble tatt i bruk, ble det gjort flere typer målinger/registreringer. Fra selve utførelsen skal nevnes at stikkmålinger av armeringens endelige plassering ga avvik innenfor beskjedne \pm 8 mm for beskrevet høyde fra overkant til ferdig golv. Dette viser at den betydelige innsatsen som ble lagt ned i å få armeringen riktig plassert, ga gode resultater.

Målte betongfastheter for utstøpte prøver av betongen som er tatt ut ved pumpe/blandemaskin, er gitt i tabell 8.2 a.

Tabell 8.2 a
Terningsfasthet

Type betong:	Trykkfasthet, N/mm ²	
	7 døgn	28 døgn
C 35	39,2 – 41,1	50,5 – 50,9
Hardbetong	33,2 – 34,2	41,8 – 43,6

Fasthet ble også bestemt ved ikke-destruktiv måling (prellhammer) på utherdnet flate. Målinger på 30 områder fordelt over hele flaten ble utført. Midlere fasthet ble bestemt til 45,8 N/mm² og med et standardavvik på 2,8 N/mm².

Riss- og sprekkebredder i støpeskjøtene og ellers innenfor hvert felt ble målt ved betongalder på ca. 3, 12 og 36 måneder. Slike målinger ble konsentrert til halve arealet. (Hele hallens lengde på én side av midtsøylene, 7 dagsetapper, 132 m.) Tabell 8.2 b og c gjengir måleresultatene.

Tabell 8.2 b
Sprekkbredder i støpeskjøter

Felllengde Bredde = 29 m	a = 22 m, b = 18 m, c = 21 m, d = 18 m, e = 18 m, f = 16 m, g = 19 m						Samlet sprekkebredder mm
	Riss i skjøt	a – b mm	b – c mm	c – d mm	d – e mm	e – f mm	
Betongens alder							
Alder 3 mnd.	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,6	4,1
Alder 12 mnd.	1,3	1,2	1,2	1,0	1,1	0,9	6,7
Alder 36 mnd.	1,3	1,2	1,3	1,0	1,2	1,0	7,0

I tabell 8.2 b er sprekker ut mot begrensingsflatene (gavlene) ikke tatt inn, fordi det var nærmest umulig å få et godt mål på bredden.

Tabell 8.2 c
Riss i feltet mellom skjøtene

Alder mnd.	Riss	Felt:							Samlet sprekk- bredder mm
		a	b	c	d	e	f	g	
3	Antall	–	1	2	1	1	–	–	5
12		–	4	4	3	1	1	–	13
36		3	7	6	4	2	3	4	29
3	Riss- bred- der, mm	–	0,3	0,4;0,1	0,1	0,1	–	–	1,0
12		–	0,4;0,3 0,1;0,5	0,7;0,2 0,5;0,5	0,1;0,1;0, 2	0,2	0,3	–	4,1
36		0,7;0,5 0,4	0,6;0,5 0,5;0,6 0,7;0,3 0,3	0,7;0,5 0,5;0,6 0,5;0,3	0,3;0,5 0,4;0,2	0,3;0,3	0,2;0,4 0,1	0,1;0,2 0,4;0,1	11,7

Karakteristisk for flertallet av rissene innenfor det enkelte feltet var at de var orientert vinkelrett på golvets lengderetning, og at de gikk over hele eller store deler av støpefeltets bredde.

For øvrig ble det påvist et fåtall tynne, gjerne korte riss ut fra søylehjørnene, i forlengelsen av innstøpte slynger o.l.

For den samme halldelen ble golvet planhet kontrollert med kikkert. Alle målepunktene (6 pr. støpefelt) lå innenfor ± 5 mm.

En svak tendens til kantroising ble påvist ved enkelte støpeskjøter (Maks. avvik 2 – 3 mm mellom skjøt og golvnivå 1 m fra skjøten).

Oppsummering

Ved prosjektering og utførelse av dette industrigolvet sto man overfor en oppgave hvor de mekaniske lastene var store og kravene til planhet spesielt strenge. Golvet forfatning etter tre år kan betegnes som relativt tilfredsstillende selv om sprekkdannelsen er større enn det rådgiver/byggherre forutså. Sprekkene har ført til enkelte knusninger og behov for mindre reparasjoner i tilknytning til slike sår. Disse skadene er som forventet, lokalisert til trafikkbanene. Steder hvor shüttelvognene dreier, er spesielt utsatt, se fig. 8.2 d.



Fig. 8.2 d
Skader (sår) i shüttelvognenes dreiesone

Til måleresultatene skal bemerkes:

- Målt svinn etter 36 måneder utgjør ca. 0,16 mm/m. En kan regne at etter tre år vil ca. 85 % av endelig svinn (20 årssvinnet) være over. Dette viser at en aldri vil kunne regne med å fange opp alle riss gjennom slike registreringer/målinger. Sprekkene i kontraksjonsfugene (skjøtene) utgjør bare ca. 38 % av målt sprekkebredde. Av fig. 8.2 e ser vi at mens sprekke i skjøtene har hatt en neglisjerbar endring i perioden på 12 – 36 måneder, har de «vil-le» sprekke økt i samlet bredde fra 4,1 mm til 11,6 mm i samme tidsrom.

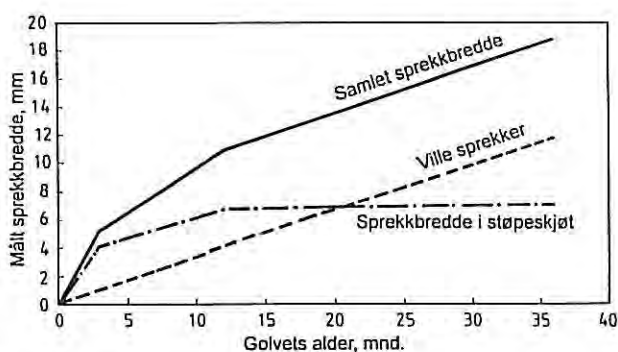


Fig. 8.2 e
Oppmålte sprekkbredder i skjøter som «ville» riss.

Ved opphogging av golvet i forbindelse med sårreparasjon er det ifølge byggherren registrert at de «ville» sprekkene i hovedsak bare ligger i hardbetongsjiktet. Dette forklarer i så fall at sprekkene ikke i større grad er ført ut til støpeskjøtene. Når svinnutviklingen i hardbetongen har foregått over et såvidt langt tidsrom, må det ses sammen med at den impregneringen som ble påført før golvet ble tatt i bruk, har gitt en relativ damptett overflate og dermed lang uttørkingsperiode.

- En årsak til at feltene b og c har størst rissdannelse, er sannsynligvis at disse ligger ut mot store porter. Muligheter er til stede for at trafikken kan ha skadet plastfolien, at flaten har vært utsatt for uheldige luftstrømmer, direkte solstråling osv. i perioden etter utstøping.
- Golvbetongens fasthet ligger godt over foreskrevet fasthet. Samtidig er målt fasthet for hardbetongen noe lavere enn forventet. Interessant er det å merke seg at fastheten som ble bestemt med Schmidthammeren, ligger nært middelfastheten for de to betongkvalitetene.
- Ut fra nivellering er kravet til helningsavvik tilfredsstilt (1,2 ‰, toleranseklasse 1). Kravet til avvik på grunn av svanker/bulninger (2 mm på 2 meter målelengde) er ikke tilfredsstilt inn mot støpeskjøter med kantroising. Det kunne ikke påvises noen klar sammenheng mellom kantroising og målt svinn på de ulike feltene. For flaten for øvrig ligger måleresultatene innenfor dette kravet.

Karakteristisk for dette golvarbeidet var at det i alle ledd syntes å være en forståelse for at et godt resultat var absolutt avhengig av at beskrivelsen ble strengt fulgt. Dette ga seg blant annet utslag i jevne betongtykkelser, en stabil betongkvalitet, riktig armeringsplassering, rene detaljer og en tilsynelatende effektiv etterbehandling (golvflaten helt våt fram til plastfolien ble fjernet).

Til tross for god kontroll på «kjernefaktorene», oppstår altså en del riss utenfor kontraksjonsfugene. Samtidig har en lyktes med å oppnå et relativt lavt samlet svinn i form av målbare riss. Dette indikerer at det her ville vært en fordel med feltstørrelser mindre enn de ca. 500 m² som ble brukt. En positiv effekt kunne også vært resultatet av å redusere finstoffinnholdet i golvbetongen med f.eks. 5 % (innholdet av sement og filler). Kravet til trykkfasthet (klasse C 35) skulle tilfredsstilles også med noe redusert finstoff. Hvis det er riktig at en betydelig del av de «ville» sprekkene virkelig er konsentrert til hardbetongen, ville f.eks. en endring av v/c-tallet fra 0,38 til 0,34 representere en reduksjon i vannforbruk på nærmere 25 l/m³ og en teoretisk reduksjon i samlet svinn opp mot 30 %. En noe tørrere hardbetong enn den som ble brukt, er fullt utstøpbar, men krever noe mer innsats under utlegging.

8.3 Reparasjon av betonggolvet i produksjonshall for elektrokjemisk industri

Bakgrunn

Dette eksemplet beskriver reparasjon av golv i trafikkarealene mellom smelteovner i en større industrihall. Den alt overveiende delen av det totale arealet som skulle utbedres på ca.

14 000 m², består av korridorer med bredder mellom 1,8 og 5,3 m og lengder på godt over 100 m mellom tversgående trafikkåter. Det er altså snakk om lange, smale striper delt opp med tverrfuger i avstander fra 7 – 9,5 m. Mellom selve smelteovnene og dette arealet ligger betongelementer.

Det eksisterende betonggolvet hadde store skader i form av dype sår/sprekker og en generell kraftig slitasje. Golvflaten var sårreparert en rekke ganger. Byggherrens ønske med reparasjonen var å få lagt ut et slitebelegg i ca. 20 mm tykkelse (se fig. 8.3 a).

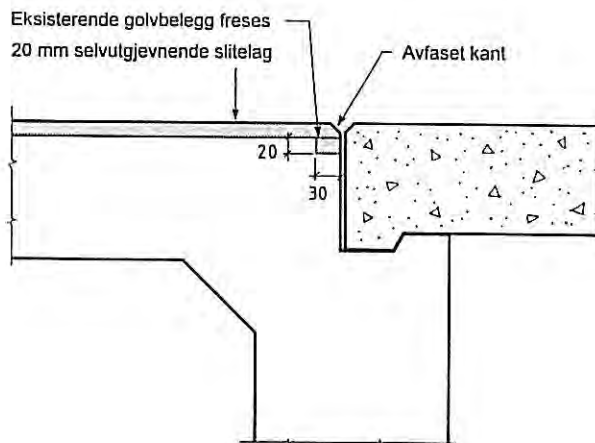


Fig. 8.3 a

Snitt av golvkonstruksjon med opplegg av betongelement foran smelteovn

En avgjørende forutsetning for reparasjonen var at produksjonen i smeltehallen skulle gå kontinuerlig. Dette satte til dels svært strenge rammer for arbeidet. De viktigste betingelsene dette førte med seg var:

- Arbeidet måtte utføres i forhøyet temperatur (35 – 50 °C)
- Reparert flate skulle kunne tas i bruk 3 – 4 døgn etter avstengning
- Vann kunne ikke benyttes i forbindelse med etterbehandlingen. (Vann i kombinasjon med flytende metall, Al, gir eksplosjon)

Den dimensjonerende lasten representeres av store hjullaster. Spesielt når hjulene dreies ved oppstilling foran ovnene, er påkjenningene store. Eksempler på kjøretøy er vist på fig. 8.3 b og c.



Fig. 8.3 b
Truck med hjullast opp mot 5 tonn



Fig. 8.3 c
Lastebil hvor akseltrykket med last kan bli opp mot 12 – 13 tonn

Innledende forsøk

Da utfordringene allerede i utgangspunktet ble ansett å være store og ingen løsning pekte seg ut som selvskreven, ble det først lagt ut fire prøvofelt, hvert på ca. 50 m² med ulike «reparasjonsmasser». Tre var av typen industrisparkel/avrettingsmasse og den fjerde var en hardbetong. Forsøket ga relativt nedslående resultater, da bom og sprekkdannelser oppsto på alle feltene. Skadeomfanget var imidlertid forskjellig fra felt til felt. På det dårligste feltet ble andelen bom målt til ca. 30 % mot 3 – 5 % på det beste. Trykkfasthet målt med Schmidthammer varierte fra ca. 29 til 55 N/mm² for avrettingsmørtlene, mens 48 N/mm² ble målt for hardbetonggolvet.

Prøvofeltet med hardbetong, limt til underlaget med epoksy, framsto som klart beste prøvofelt, selv om det også her ble registrert et fåtall riss og enkelte mindre bompartier. Det ble derfor bestemt at hardbetong skulle benyttes i det videre arbeidet.

Valgt løsning

Hovedtrekk fra arbeidsbeskrivelsen:

Alle tidligere reparasjoner på den eksisterende golvflaten fjernes. Gjennomgående sprekker injiseres med epoksy. Deretter freses dekket i begge retninger (en bred fres i lengderetningen og en mindre fres på tvers). For sikring av heft utlegges epoksyrim like før hardbetongen. Hardbetong i en nominell tykkelse på 20 mm legges ut i én operasjon hvor groper, sår og sprekker inngår. Det skal tilstrebes et lavest mulig v/c-forhold. Konsekvensene av å bruke SP-stoff som et ledd i å senke v/c-tallet og dermed påstøpens svinnpotensiale, skal undersøkes. Ferdig overflate behandles med membranherder så tidlig som mulig, og etter nødvendig størkning tildekkes flaten med en plastfolie som får ligge i tre døgn.

Prøvefelter

Etter den skisserte beskrivelsen ble lagt ut to prøveområder. To ulike typer epoksyrim ble benyttet. Utførelsen for øvrig var lik på begge feltene. Ingen oppdeling med tversgående fuger ble benyttet. Ved kontroll 5 – 6 døgn etter utstøping ble betydelige «bomarealer» igjen påvist. På et felt gikk bruddet mellom lim og eksisterende betong, mens det i det andre feltet ble påvist brudd dels i underlag, dels i hardbetong.

Selv om limet på det andre feltet i og for seg holdt mål (ikke rene brudd i heftsonen), var totalresultatet altså ikke tilfredsstillende, og følgende endringer ble lagt inn:

Ferdig bearbeidet underlag påføres epoksyimpregnering istrødd sand dagen før selve støpearbeidet. Neste dag legges epoksyrim og hardbetong ut «vått i vått».

Endelig utførelse

Blandingsresept for hardbetongen:

Sement type MP 30/tilslag: 1 : 2 i vekt

v/c-tall : 0,31

P-stoff : 1,2 % av sementvekten

Epoksyrimet ble kostet inn i flaten maksimalt 20 min før betongen ble utlagt.

Til utlegging/avretting ble brukt en vibrobrygge. Tiden mellom avretting og glatting var ca. 1 time. Betongtemperaturen var da ca. 28 – 30 °C. Gjennomsnittlig hardbetongtykkelse ble målt til ca. 30 mm med lokale tykkelser opp mot 80 mm (sår i underlaget). Glatting ble utført i to operasjoner. En klar tilstivning av toppsjiktet mens massen fremdeles var fersk skapte betydelige problemer for glattingen (vannsengeffekt).

Fra utførelsen skal videre nevnes at membranherdner ble påført både før siste «helikopterglatting» (bidrar til å beskytte mot størkningsriss) og på ferdig flate. Plastfolie ble lagt ut rett etter glatting.

Med den skisserte utførelsen ble det oppnådd et relativt tilfredsstillende resultat (lite bom), men noen riss oppsto, og problemene med glatting var det også ønskelig å få redusert. Dette førte til at sementtype Standard Fa ble erstattet med Standard, og det ble også foretatt mindre endringer med hensyn til tidsrommet mellom de ulike arbeidsoperasjonene. (Forbehandling på kvelden, utlegging av heftbro neste morgen med utstøping etter ca. 3 timer og avsluttende glatting 4 – 5 timer senere).

Ved å endre sementtype ble massen bedre å arbeide med og å glatte, og det endelige resultatet ble også bedre.

Laboratorieundersøkelser

Ved to anledninger ble det støpt ut terninger for å bestemme trykkfastheten. Resultatet er tatt inn i kap. 7. Her skal gjengis resultater som viser betydningen av sementtype og forhøyd temperatur. (I tabell 8.3 a er fastheten gitt som middel av to terninger.)

Tabell 8.3 a
Trykkfasthet for utstøpte terninger

Alder døgn	Sementtype		Trykkfasthet N/mm ²	Lagringstemp. °C
	Standard Fa	Standard		
3	X		37,5	21
3	X		41,2	45
3		X	43,7	21
7	X		49,5	21
7		X	56,3	21
28		X	69,2	21

Da golvet, som påpekt, ble utsatt for trafikklaster allerede etter få døgn, var tidligfastheten av stor interesse. En ser at denne var størst med sement type standard, og videre ses at en økning av temperaturen også har en gunstig effekt for fastheten de første døgnene. Sluttfastheten ved lagring i temperaturer over 40 °C kan imidlertid ventes å bli redusert noe sammenliknet med en «standardherdning». Forskjellen i betongens trykkfasthet ved bruk av de 2 sementtypene er illustrert i fig. 8.3 d og bekreftees også av Schmidhammermålinger (se tabell 8.3 b).

Trykkfasthet, N/mm²

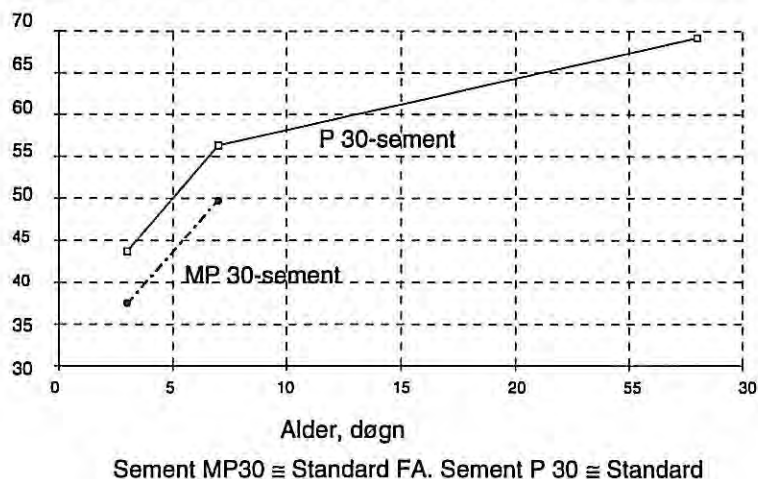


Fig. 8.3 d
Fasthetsutvikling ved bruk av ulike sementtyper

Tabell 8.3 b
Ikke-destruktive fasthetsmålinger på herdnet golv

Sementtype	Antall registrerings-områder	Trykkfasthet, N/mm ²	
		«Range»	Middel
MP 30	24	46,0 - 59,2	55,3
P 30	30	51,2 - 65,0	61,1

Absoluttnivået ved de ikke-destruktive målingene er noe lavere enn målt med standard sementterninger etter 28 døgn. En «lettere» komprimering på golvet kan trekkes inn som en mulig forklaring sammen med hovedbetongens sjikttykkelse, men som påpekt foran, vil slike målinger alltid måtte bli av orienterende karakter.

Generelle erfaringer fra utførelsen

Ut fra det som er skissert foran, kan denne golvreparasjonen hevdes å bære preg av at prøve/feilemetoden ble lagt til grunn for arbeidet. Dette har selvfølgelig sammenheng med at gode erfaringer med tilsvarende arbeider, manglet. Fra de kunnskapene som ble vunnet under arbeidet, skal følgende momenter trekkes fram:

- Et godt resultat ved liming av fersk betong til gammel avhenger av at epoksyylimets viskositet er tilpasset den eksisterende betongens sugsevne, og at det ikke går mer enn høyst 20–30 min mellom utkosting av limet og utlegging av betongmassen. Ved svak betongoverflate (sugende) kan det være nødvendig å bygge opp en heftbro hvor en epoksyimpregnering påstrødd sand utlegges først.
- Ved enkelte typer golvarbeider er valg av riktig sementtype viktig for resultatet. I dette tilfellet var type Standard klart å foretrekke framfor Standard Fa. Med Standard ble både tidligfastheten høyere og selve glattearbeidet lettere. Generelt synes å gjelde at Standard Fa sement gir problemer ved utstøping av tynne sjikt på grunn av at ferdig overflate vil bli tettere og størkningen vil variere i større grad over tverrsnittet.
- Ingen spesielle problemer ble registrert i forbindelse med lokale hardbetongtykkelser opp mot 70 – 80 mm (sår) og med gjennomsnittstykkelse på 30 – 35 mm over begrensede arealer.
- Kombinasjonen av membranherdner og plastfolie synes å gi en relativ effektiv etterbehandling da ganske få riss oppsto i de første døgnene etter utstøping. Her måtte som nevnt folien fjernes allerede etter tre døgn.

Driftserfaringer

Som nevnt foran kunne det påvises noen få riss allerede da golvet ble tatt i bruk. I tiden etterpå ble rissdannelser stadig mer omfattende. Etter 2½ – 3 år drift kan situasjonen beskrives som følger:

- Store deler av golvflaten har omfattende rissdannelse i form av et finmasket krakeleringsmønster, se foto i fig. 8.3 e. Det er ingen sammenheng mellom rissutviklingen og trafikkbelastningen. Inn mot kontraksjonsfugene er det enkelte steder en del knusningsskader, og ifylling av enkelte sår har også vært nødvendig.
- Sett opp mot rissdannelsen er bomskadene relativt små. Ved systematisk kontroll av en stripe med lengde på 110 m og bredde på 1,8 m ble det registrert bom på ca. 5 – 6 % av det

samlede areal. Hver enkelt «bom» dekker imidlertid normalt et lite areal. Dette forklarer at knusningsskadene ikke er større til tross for den kraftige opprissingen.

- Rissdannelsen er en direkte følge av hardbetongens svinn. Det er helt tydelig at en etterbehandling med membranherdner alene fra tre døgn etter utstøping ikke hindret en uheldig rask uttørking (relativ fuktighet i lokalet ned mot 15 – 20 %). Epoksylimet har ikke i avgjørende grad fungert som et «glidesjik» og ledet svinnet ut til kontraksjonsfugene. Samtidig må limsjiktets elastisitet være forklaringen på at hardbetongens svinn ikke har ført til omfattende bomskader.
- Manglene ved golvoverflaten har etter tre år ikke ført til driftsproblemer. Selv om golvets tilstand fra brukersiden i dag vurderes som stabil, må en vente et begrenset behov for lokale utbedringer i framtiden. Slitasjen i typiske trafikkbaner er etter tre år minimal.

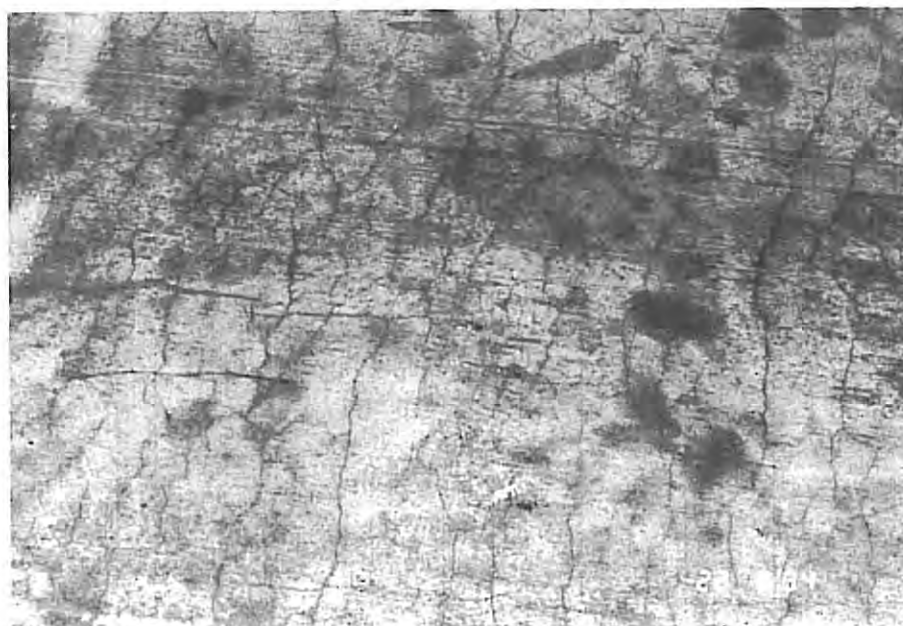


Fig. 8.3 e
Foto av typisk krakeleringmønster på golv

Golv nr.

Dato:

Eier: Adresse: Byggeår: Bygningstype og hovedaktiviteter:	Befaring ved: Generelle inntrykk:															
GOLVDATA <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">mm</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Tekst</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Golvtype, beskriv oppbygningen ovenfra (belegg, undergolv osv.) og målsett hvert sjikt (mm)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		mm	Tekst	Golvtype, beskriv oppbygningen ovenfra (belegg, undergolv osv.) og målsett hvert sjikt (mm)												
	mm	Tekst														
Golvtype, beskriv oppbygningen ovenfra (belegg, undergolv osv.) og målsett hvert sjikt (mm)																

OVERFLATEBEHANDLING (sliping, maling m.m.)

MEKANISK BELASTNING <i>Sett x for de aktuelle</i>	x	Antatt belastning KN	Intensitet			KJEMIKALIER, MM <i>Sett x for de aktuelle</i>	x	pH	Temp °C
			Liten	Middels	Høy				
Truck, gummi hjul									
Truck, harde hjul									
Jekketralle									
Biler									
Slag, støt									
Punktlaster									
Sliping									
Fallende gjenstander									
Tunge gjenstander									
Mekanisk renhold									
Annet									
TEMPERATURER, °C		Normal ca. 20 °C	Høy < 60 °C	- °C					
I lokalet									
På golvet									

KONSTRUKSJON MM. Supplement til «generelle inntrykk» og «golvdata»

Stikkord:

Betongresept, slump, støpedato

Fugetype, form, avstand, kantreising

Feltinndeling

Plassering i forhold til trafikk

Riss, omfang

Overflatesår, omfang

Forringes golvet utseende og funksjonsevne?

Skisse av undersøkt område, målsett i m
Vis hvor profiler, prøveuttak m.m. ligger

Prøveuttak, kontroll med Smith-hammer mm. merkes på tegning

Borekjerneuttak merkes A1, A ...
Heftfasthet merkes B1, B ...
Tape merkes C1, C ...
Armering merkes D1, D ...
Smith-hammer merkes E1, E ...

Smith-hammer. To slag i hvert punkt, siste registreres

Pkt. nr.	E1	E2	E3	E4	E5
Pkt. nr.					

BEDØMMING AV GOLVEGENSKAPER

Egenskaper (<i>x for aktuelle</i>)	1	2	3	4
Mekanisk slitasjemotstand				
Motstand mot punktlaster				
Fleksibilitet ved setninger				
Motstand mot inntrykk m.m.				
Motstand mot misfarging				
Kjemikaliemotstand				
Oljemotstand				
Varmemotstand				
Renholdsvennlighet				
Sklisikkerhet				
Gangbehagelighet				
Utseende				

Hovedårsaken til skader antas å være:

1. Feil utførelse
2. Vanskelig konstruksjon
3. Feil bruksområde
4. Materialsammensetning

Anm.:

.....

.....

.....

.....

- 1 uakseptabel
- 2 mindre godt/god
- 3 akseptabelt
- 4 godt/god

RISSVIDDER

Utført av:

Eier (e.l.):

Golv:

Strekning nr.	Måling nr.	Tekst	Avstand i meter, rissvidd i mm							
			avstand rissvidde							
			avstand rissvidde							
			avstand rissvidde							
			avstand rissvidde							
			avstand rissvidde							
			avstand rissvidde							
			avstand rissvidde							
			avstand rissvidde							
			avstand rissvidde							
			avstand rissvidde							
			avstand rissvidde							
			avstand rissvidde							
			avstand rissvidde							
			avstand rissvidde							
			avstand rissvidde							

Komm.

GOLVPROFILER ETTER NS 3420

Utført av:

Eier (e.l.):

Golv:

Profil nr.	Måle- lengde nr.	Tekst	Foto nr.	Stigning i mm målt ved linialens:		Avlest i mm på kilen ved avstand (m) på linialen								
				0 m	2,0 m	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75		

Komm.

Golv på grunnen – feltundersøkelse

Koding for edb-behandling av resultatene

Vedlegg 2

Dato for undersøkelse/rapport:					
EIER:.....					
ADRESSE:.....					
1 – 2 GOLV NR.					KODE
3.	Geografisk beliggenhet	1. Østlandet 2. Vestlandet	3. Midt-Norge 4. Nord-Norge		
4.	Bygningstype	1. T. industri +- 2. T. industri ++ 3. Kjemisk industri	4. Næring tørr 5. Næring våt 6. Lett industri	7. L. lager 8. T. lager 9. Vare/P-hus	
5.	Romtype	1. Produksjon 2. Fryserom 3. Kjølerom	4. Kontor 5. Lager 6. Sanitærrom	7. Kjeller 8. Annet 9. Ukjent	
6.	Golvets grunnflate, m ²	1. < 50 2. 50 – 100 3. 100 – 500	4. 500 – 1 000 5. 1 000 – 2 000 6. 2 000 – 5 000	7. > 5 000 8. Annet 9. Ukjent	
7.	Byggets alder ved befarings	1. < 1 år 2. 1 – 2 år	3. 2 – 5 år 4. 5 – 10 år	8. > 10 år 9. Ukjent	
GOLVDATA					
8.	Golvtype	1. Golv på grunn 2. Påstøp på 1 3. Etasjeskiller		4. Påstøp på 3 8. Annet 9. Ukjent	
9.	Etterbehandling og glatting	1. Grovavrettet 2. Stålglatet 3. Slipt	4. Vakuum	7. Uaktuelt 8. Annet 9. Ukjent	
10.	Overflatebehandling	1. Ingen 2. Støvbinding 3. Herdeplast	4. Keramikk 5. Hardbetong 6. Masterplat	8. Annet 9. Ukjent	
11.	Betonggolv, tykkelse, mm	1. 60 – 80 2. 80 – 100 3. 100 – 120	4. 120 – 140 5. 140 – 160 6. 160 – 180	7. 180 – 200 8. > 200 9. Ukjent	
12.	Armering	1. Ja	2. Nei	9. Ukjent	
13.	Isolasjon	1. Ja 2. Nei	3. Randisolasjon	9. Ukjent	
14.	Isolasjonstype	1. Polystyren 2. Mineralull	3. Lettklinker 7. Uaktuelt	8. Annet 9. Ukjent	
15.	Isolasjonstykkelse, mm (ca.)	1. ≤ 20 2. 30 3. 50	3. 70 4. 100 6. > 100	7. Uaktuell 9. Ukjent	
16.	Isolasjonens densitet, kg/m ³ (ca.)	1. 20 2. 30 3. 45	4. 55 5. 110 6. 140	7. Uaktuell 8. Annet 9. Ukjent	
17.	Fuktsperre	1. Ja	2. Nei	7. Uaktuell 9. Ukjent	
18.	Bærelag	1. Kult på fjell 2. Sprengsteinsfylling 3. Grus		7. Uaktuelt 8. Annet 9. Ukjent	
19.	Betongkvalitet	1. ≤ C 20 2. C 25 3. C 30	4. C 35 5. ≥ C 45 6.	8. Annet 9. Ukjent	
HERDEBETINGELSER					
20.	Første herdetiltak	1. Ingen 2. Vanning	3. Membran 4. Plastfolie	8. Annet 9. Ukjent	

21.	Senere herdetiltak	1. Ingen 2. Vanning	3. Membran 4. Plastfolie	8. Annet 9. Ukjent	
FASTHETER BESTEMT AV BYGGFORSK					
22.	Betongstyrke, N/mm ² (Schmidt- hammer)	1. ≤ 20 2. 20 – 25	3. 25 – 30 4. 30 – 35	5. ≥ 35 9. Ukjent	
23.	Betongstyrke, N/mm ² (Terning)	1. ≤ 20 2. 20 – 25	3. 25 – 30 4. 30 – 35	5. ≥ 35 9. Ukjent	
OPPGITTE BETONGDATA					
24.	Sementmengde, ca. kg/m ³	1. ≤ 250 2. 250 – 275 3. 275 – 300	4. 300 – 325 5. 325 – 350 6. 350 – 375	7. 375 – 400 8. ≥ 400 9. Ukjent	
25.	v/c-forhold, ev. masse-forhold	1. ≤ 0.45 2. 0.50 3. 0.55	4. 0.6 5. 0.7 6. 0.8	7. ≥ 0.9 9. Ukjent	
26.	Steinmengde, ca. kg/m ³	1. 0 2. < 1 000	3. 10 - 1 200 4. 12 - 1 400	5. > 1 400 9. Ukjent	
27.	Sandmengde, ev. grus, ca. kg/m ³	1. < 700 2. 7 - 900	3. 15 - 1 700 4. 17 - 1 900	5. > 1 900 6. 9 - 1 200 9. Ukjent	
28.	Silika	1. Ja	2. Nei	9. Ukjent	
29.	Luftinnføring	1. Ja	2. Nei	9. Ukjent	
30.	Plastiserende	1. Ja	2. Nei	9. Ukjent	
31.	Konsistens	1. Stiv plast 2. Plastisk	3. Tungt flytende 4. Flytende	8. Annet 9. Ukjent	
32.	Støpetid	1. Mars – Mai 2. Juni – Aug.	3. Sept. – Nov. 4. Des. – Febr.	9. Ukjent	
33.	Støpeprosedyre	1. Ett-sjikts	2. To-sjikts	9. Ukjent	
ARMERINGSDATA					
34.	Konstruksjon	1. Uarmert 2. Enkeltarmert	3. Dobbelt 4. Fiberarmert	9. Ukjent	
35.	Armeringstype	1. P091, nett 2. K131, nett 3. K189, nett	4. K257, nett 5. K335, nett 6. Jern	7. Uaktuelt 8. Annet 9. Ukjent	
36.	Diameter, mm	1. 8 – 10	2. 12 – 16	7. Uaktuelt 9. Ukjent	
37.	Registrert plassering	1. Overkant 2. Midten	3. Bunn	8. Annet 9. Ukjent	
38.	Fiberarmering	1. Stål 2. Plast	3. Stål/plast 7. Uaktuell	8. Annet 9. Ukjent	
STØPEFELT					
39.	Bevegelsesfuger	1. Dybel 2. Fortanning	3. Dybel/tann 4. Skåret	5. Ingen 9. Ukjent	
40.	Støpefuger	1. Dybel 2. Fortanning	3. Dybel/tann 4. Steng 5. Permaban	6. Ingen 7. Uaktuelt 9. Ukjent	
41.	Fugeavstand, m	1. 4 - 5 2. 5 - 6	3. > 6 4. Ingen	7. Uaktuell 9. Ukjent	
42.	Feltinndeling	1. Sjakk 2. Striper	3. Forbandt 4. Ingen	7. Uaktuell 9. Ukjent	
43.	Feltstørrelse på største felt, m ²	1. ≤ 20 2. 20 – 50	3. 50 – 80 4. > 80	7. Uaktuell 9. Ukjent	
44.	Største lengde på feltet, m	1. ≤ 5 2. 5 – 8	3. 8 – 16 4. 16 – 20	5. > 20 7. Uaktuell 9. Ukjent	
45.	Trafikk over fuge	1. Ingen 2. Noe	3. Mye	7. Uaktuelt 9. Ukjent	

46.	Fugens utseende	1. Bra 2. Lite pene	3. Noe skadet 4. Mye skadet	5. Ødelagt 7. Uaktuelt 9. Ukjent	
RISS					
47.	Omfang av riss	1. Ubetydelig 2. Noe	3. Mye	9. Ukjent	
48.	Plassering	1. Vilkårlig	2. Trafikksoner	9. Ukjent	
49.	Rissmønster	1. Krakelering 2. Store + 1.	3. Uregelmessig 4. Store + 3.	9. Ukjent	
50.	Utseende på riss	1. Rene	2. Kantknust	9. Ukjent	
OVERFLATESÅR, SKADER					
51.	Omfang	1. Ingen 2. Noe	3. En del 4. Mye	9. Ukjent	
52.	Belastningsskader	1. Ingen 2. Noe	3. Mye	7. Uaktuelt 9. Ukjent	
53.	Slagskader	1. Ingen 2. Noe	3. Mye	7. Uaktuelt 9. Ukjent	
KONTROLL PÅ STEDET					
54.	Overflateavvik ± mm	1. < 2 2. 2 – 3	3. 3 – 5 4. 5 – 7	5. > 7 9. Ukjent	
55.	Sprekkvidder, middel, mm	1. ≤ 0.2 2. 0.2 – 0.5	3. 0.5 – 1.0 4. > 1.0	9. Ukjent	
56.	Beregnet største betongsvinn, mm/m	1. ≤ 0.2 2. 0.2 – 0.4	3. 0.4 – 0.6 4. 0.6 – 0.8	5. > 0.8 9. Ukjent	
57.	Sprekkavstand, middel, m	1. ≤ 0.5 2. 0.5 – 1	3. 1 – 2 4. 2 – 3	5. > 3 9. Ukjent	
58.	Kantreising, fuge	1. Ingen 2. Litt	3. Noe 4. Mye	7. Uaktuelt 9. Ukjent	
59.	Kantreising, sprekk	1. Ingen 2. Litt	3. Noe 4. Mye	7. Uaktuelt 9. Ukjent	
60.	Overflatebehandling, tilstand	1. Intakt 2. Noe skallet 3. Mye skallet	4. Noe slitt 5. Mye slitt 6. Nedslitt	7. Uaktuelt 8. Annet 9. Ukjent	
61.	Generelt inntrykk av golvet	1. Meget bra 2. Bra	3. Lite tilfredsstillende	9. Ukjent	
62.	Brukererfaring, hovedinntrykk	1. Ingen problemer 2. Skuffet	3. Misfarget 4. Riss	5. 9. Ukjent	
63.	Ev. problem regi- strert etter, år	1. ½ 2. 1	3. 2 4. 2 – 5	5. > 5 7. Uaktuelt 9. Ukjent	
GOLVETS RESULTAT I FORHOLD TIL PROSJEKTERING					
64.	Generelt	1. OK 2. Tilfredsstillende	3. Ikke bra	9. Ukjent	
65.	Overflatejevnhet (toleranseklasse)	1. Bedre 2. Tilfredsstillende	3. Mindre bra 4. Dårlig	7. Uaktuelt 9. Ukjent	
MEKANISKE BELASTNINGER					
66.	Kjøretøy som gir mest hjullast	1. Jekketralle 2. Truck	3. Bil 4. Ingen	7. Uaktuelt 8. Annet 9. Ukjent	
67.	Totalvekt, tonn	1. ≤ 0.5 2. 0.5 – 2	3. 2 – 5 4. ≥ 5	7. Uaktuelt 9. Ukjent	
68.	Hjullast, foran, tonn	1. ≤ 0.5 2. 0.5 – 2	3. 2 – 5 4. ≥ 5	7. Uaktuelt 9. Ukjent	
69.	Hjullast, bak, tonn	1. ≤ 0.5 2. 0.5 – 2	3. 2 – 5 4. ≥ 5	7. Uaktuelt 9. Ukjent	

70.	Hjul typer	1. Harde hjul	2. Luftfylte	7. Uaktuell 9. Ukjent	
71.	Diameter på hjul med størst last, mm	1. ≤ 100 2. 100 – 200	3. 200 – 300 4. ≥ 400	7. Uaktuelt 9. Ukjent	
72.	Bredde på hjul med størst last, mm	1. ≤ 30 2. 30 – 75	3. 75 – 125 4. ≥ 125	7. Uaktuell 9. Ukjent	
PUNKTLASTER					
73.	Utbredelse	1. Ingen 2. Noe	3. Mye	7. Uaktuelt 9. Ukjent	
74.	Flatstørrelse, mm ²	1. $\leq 1\ 000$ 2. 1 500 – 3 000	3. 5 000 – 10 000 4. $\geq 10\ 000$	7. Uaktuell 9. Ukjent	
75.	Punktlast, tonn	1. ≤ 0.5 2. 0.5 – 2.0	3. 2 – 5 4. ≥ 5	7. Uaktuelt 9. Ukjent	
ANDRE BELASTNINGSTYPER					
76.	Slag, støt	1. Ingen 2. Noe	3. Mye	7. Uaktuelt 9. Ukjent	
77.	Sleping	1. Ingen 2. Noe	3. Mye	7. Uaktuelt 9. Ukjent	
78.	Fallende gjenstander	1. Aldri 2. Sjelden	3. Ofte 4. Regelmessig	7. Uaktuelt 9. Ukjent	
79.	Tunge gjenstander	1. Aldri 2. Sjelden	3. Ofte 4. Regelmessig	7. Uaktuelt 9. Ukjent	
KJEMIKALIER					
80.	Type	1. Olje 2. Alkalier 3. Syrer, org.	4. Syrer, uorg. 5. Løsemiddel 6.	7. Uaktuelt 8. Annet 9. Ukjent	
RENHOLD					
81.	Type	1. Vask 2. Høytrykk, kaldt 3. Høytrykk, varmt	4. Steamrens 5. Feiing 6. Kom. 2 + 3	7. Uaktuelt 8. Annet 9. Ukjent	
82.	Frekvens	1. Daglig 2. To g. i uken	3. Ukentlig 4. Sjeldnere	9. Ukjent	
83.	Renholdsmiddel	1. Kun vann 2. Avfetting	3. Kom. 1 + 2 4.	9. Ukjent	
84.	Golvets alder i 1990	1. 1 år 2. 1 – 2 år	3. 2 – 5 år 4. 5 – 10 år	5. 10 – 20 år 6. > 20 år 9. Ukjent	

