



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



**Rapport**

**R98:1978**

**Hjulbelastning av  
industrigolv**

**Christer Bring**

**Byggforskningen**

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND  
SEKTIONEN FOR VÄG- OCH VATTEN  
BIBLIOTEKET

R98:1978

HJULBELASTNING AV INDUSTRIGOLV

Christer Bring

Denna rapport hänför sig till projekt 750130-9 från  
Statens råd för byggnadsforskning till institutionen  
för byggnadsteknik, Kungl. Tekniska Högskolan, Stockholm.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Nyckelord:

golvbeläggningar  
industrilokaler  
slitage  
provningsmetoder  
materialprovning  
hjulfordon

UDK 620.17  
69.025.3:725.4

R98:1978

ISBN 91-540-2946-5  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

## INNEHÅLL

|   |    |
|---|----|
| VAL AV INDUSTRIGOLV .....   | 5  |
| HJULBELASTNING .....  | 9  |
| PROVNINGSMETOD .....  | 11 |
| TOLKNING AV PROVNINGSRESULTAT .....   | 15 |
| RESULTAT AV GENOMFÖRDA PROV .....   | 17 |
| Provkroppar .....   | 17 |
| Betong .....  | 17 |
| Hårdbetong .....  | 19 |
| Betong med tillsats av plastdispersion .....  | 20 |
| Lackerad (målad) betong .....   | 22 |
| Ytimpregnerad betong .....  | 25 |
| Magnesitmassa .....   | 27 |
| Plastmassa .....  | 29 |
| Asfaltemulsionsmassa .....  | 35 |
| REFERENSER .....  | 37 |
| Bilaga 1. SS 923508. Golvmaterial - Bestämning<br>av verkan av tungt belastade rullande industri-<br>hjul ..... | 39 |



## VAL AV INDUSTRIGOLV

Val av golvkonstruktion och golvmaterial grundas för varje utrymme på hur golvet skall användas. Med ledning härav bestäms vissa krav på golven. Förutom att man kan ha olika krav i olika utrymmen kan kraven också vara olika för olika delar av samma lokal. För att underlätta utredningen kan man utgå från egenskapsförteckningen hos Fors & Karlsson (1978). Därigenom minskas risken för att något viktigt krav skall glömmas bort. Mera kött på benen ges i ER-översikter i Svensk Byggekatalog (1976 och 1977).

Valet påverkas av ett flertal omständigheter såsom produktionsmetod, bjälklagskonstruktion, krav på färdigt golv, materialegenskaper, priser m m. Önskade egenskaper hos ett färdigt golv kan i många fall erhållas på flera sätt. Eftersom intet alternativ uppfyller alla tänkbara krav väljer man det som anses motsvara de viktigaste kraven. De olika materialgrupperna betong, trä, asfalt, hårdplast m fl rymmer emellertid var och en ett antal fabrikat som kan ha väsentligt olika egenskaper. Valet underlättas om fabrikanterna (golventreprenörerna) i ER-blad e d redovisar egenskaperna hos respektive material.

Vid ekonomisk jämförelse bör man beakta nuvärdet eller årskostnaden, inklusive driftsekonomin. Möjligheter och kostnader för framtida omdisponering av lokalerna bör övervägas.

Vid val av golv kan man ha hjälp av för ändamålet sammanställda "lathundar". Sådana har publicerats av bl a van Bremen (1957), Bring (1971), Harper & Stone (1959) och Sveriges Mekanförbund (1963). Sådana sammanställningar bör dock tas med en nypa salt. Alla omständigheter i ett aktuellt fall kan omöjligt vara beaktade av respektive författare. Sammanställningarna kan ha blivit inaktuella på grund av utvecklingen på golvmark-

naden. Författaren kan ha haft fel redan från början. Man nödgas därför även tänka själv och diskutera med golvfackmän.

Som underlag för val av golv tjänar dock först och främst praktisk erfarenhet. Många industriföretag har en kännedom om egna golv och förekommande påverkningar som leder till riktiga avgöranden vid ny- och omläggning av golv.

I andra fall saknas egen erfarenhet - åtminstone för vissa lokaltyper. Då kan resultat av forskningsbetonade inventeringar av golv i industrilokaler vara till hjälp. Sådana har publicerats av t ex Bring (1971), Kölzer (1974) och Westerberg (1976). Inventeringarna bygger på besiktning av industrigolv, diskussion med fastighetsförvaltare, driftpersonal, materialtillverkare, entreprenörer m fl och i vissa fall på mätningar av aktuella golvenskaper.

Bring (1971) sammanfattar i en tabell ett stort antal egenskaper hos de flesta golvtyper. Provningar med angivna metoder har gjorts direkt på befintliga golv och dessutom på provkroppar i laboratoriet. På grundval av resultaten har golvbeläggningarna klassificerats enligt en femgradig skala för varje egenskap.

Beroende på varierande sammansättning och på olika uppbyggnad hos golven kan kvalitetsklasserna variera avsevärt även mellan olika fabrikat av samma eller liknande golvtyp. Ett exempel är uretanplastgolv vars förmåga att motstå hjulbelastning kan variera från högsta till lägsta kvalitetsklass beroende på materialsammansättningen och arbetsförfarandet. Dessutom brukar en hög klass för någon egenskap ofta automatiskt medföra lägre klass för någon eller några andra egenskaper. Vid golvval är det därför förnuftigt att först fastställa vilka egenskaper som är viktigast och se till att kraven på just dem blir tillgodosedda.



Kölzer (1974) redovisar resultat av en inventering av golvskador och föreslår en kravspecifikation att användas vid upphandling. Bilderna av golvskador kan tjäna som en nyttig varningssignal.

Westerberg (1976) ägnar sig speciellt åt cellulosaindustrins golvproblem. Funktion hos och skador på hårt ansträngda golv har inventerats och presenteras instruktivt. Egenskaper hos olika golvtyper diskuteras. Slutsatserna leder bl a till bedömning av olika golvmaterials förmåga att klara påverkningar i olika lokaltyper. Författaren ger anvisningar hur resultaten kan tolkas för golv utanför cellulosaindustrin.

Slutligen bör nämnas ett tämligen omfattande kurskompendium (STF-TLI, 1971) som finns tillgängligt åtminstone på vissa bibliotek. Där berörs läggning, egenskaper, ekonomi m m hos olika industrigolvsmaterial. Innehållet är givetvis inte helt modernt till alla delar, varför det möjligen kunde vara motiverat att på nytt genomföra en liknande kurs.



## HJULBELASTNING

En stor del av golvslitningen inom industrin härrör från hjul på truckar och vagnar. Vid val av golv är det ofta nödvändigt att ta hänsyn till sådan påverkan. Golvbeläggningen eller golvkonstruktionen kan komprimeras, lossna från undergolvet eller underlaget, manglas ut åt sidorna, nötas eller krossas av rullande hjul. Förutom att varaktigheten begränsas eller skador måste repareras kan bl a stegljudsisoleringen, ytjämnheten, behovet av skötsel och utseendet påverkas.

Jag har tidigare publicerat en uppsats om verkan av hjulbelastning på betonggolv och golv av epoxiplast (Bring 1969). Undersökningarna var den gången liksom nu baserade på en provningsmetod som numera är Svensk Standard (SS 923508, 1978), bilaga 1. Eftersom det arbete som redovisas i denna rapport genomfördes innan standarden fastställdes var avsikten delvis att förbättra provningsmetoden. Olika parametrar varierades och ingen av de redovisade provningarna genomfördes i detalj enligt standarden. Resultaten torde ändå ligga ganska nära dem man kan vänta sig enligt den slutliga metoden. Eftersom varje provning är tämligen dyr bör erhållna resultat tas tillvara som underlag för golvval.



## PROVNINGSMETOD

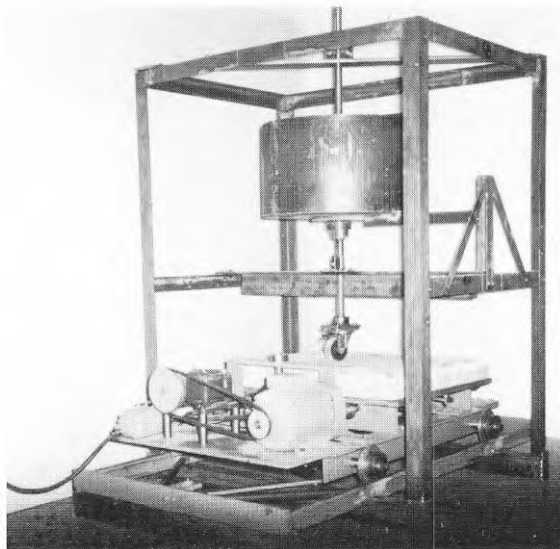
Provningsmetoden består i korthet av en apparat där ett länkhjul med vertikal svängningsaxel anbringas på ytan av ett golv eller en realistiskt uppbyggd provkropp och belastas. Hjulet bringas att rulla på golvytan. Rörelsen i horisontell led skall vara fram- och återgående i två mot varandra vinkelräta riktningar samtidigt.

Jag har valt att låta hjulets vertikala axel stå stilla och i stället låta provkroppen röra sig. Denna vilar på en vagn som i sin tur vilar på en annan vagn, figur 1. De båda vagnarna rör sig samtidigt i var sin riktning. Hjulbanorna över provkroppen utgör slingor som påminner om dubbla åttor. Mitt på provkroppen rullar hjulet i huvudsak rakt framåt och vid den belastade ytans kanter vänder det. Banan förskjuts från gång till gång. Hela den provade ytan har varit belastad innan hjulet återkommer till samma läge och rörelsemönstret upprepas. Varje punkt passerar minst 175 gånger under ett prov med 10 000 cykler.

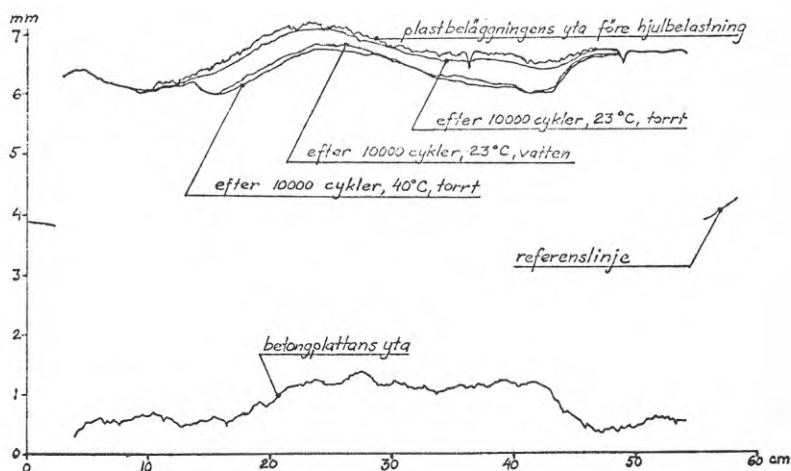
Tre olika hjul finns beskrivna i standarden, tillverkade av härdat stål, av fenoplast och med slitbana av gummi. Hjulen skall ha ca 125 mm diameter och ca 40 mm bredd hos rullbanan. Fenoplasthjulet har dock något mindre diameter. Om något av de senare hjulen skall användas skall detta anges när en provning beställs.

Lasten skall normalt vara 2000 N på stålhjulet och 1000 N på gummihjulet men kan på begäran varieras mellan 500 N och 5000 N. Provning kan göras vid olika temperaturer och med torr eller vätskebelagd provyta.

Verkan av hjulet bestäms i första hand genom besiktning av provkroppen. Dessutom kan förändringar av vissa egenskaper mätas upp. Dels kan profiler av provkroppens yta mätas före och efter belastningen, figur 2,



FIGUR 1. Anordning för belastning med rullande industrihjul enligt SS 923508 (1978). Det belastade hjulet bringas att rulla i slingor över provkroppens yta genom att provkroppen förflyttas i två mot varandra vinkelräta riktningar samtidigt.



FIGUR 2. Profiler i ett och samma vertikalkplan från en provkropp belagd med epoxiplast 1:5, tabell 4. Profilerna bestämdes före läggning av plastskiktet och på den färdiga provkroppen före hjulbelastning och tre gånger efter belastning. Ytan sänktes successivt vid körning 10 000 cykler med 2000 N last på stålhjulet, första gången i torrt tillstånd vid 23 °C, andra gången i vatten vid 23 °C och tredje gången återigen torrt men vid 40 °C temperatur.

dels kan ytan dammsugas under provningen och avnött damm vägas upp. Dels kan också golvbeläggnings vidhäftning bestämmas genom dragprov om beställaren begär detta.

Vid ett normalt prov bestäms två profiler av provkroppens yta innan den läggs in i apparaten. Hjulet sänks ned till golvytan och lasten 2000 N förs på. Apparaten startas och antalet fram- och återgående rörelser i den snabbare av de båda riktningarna kontrolleras av ett räkneverk. Efter 10 000 cykler stoppas maskinen automatiskt. Tiden för en sådan körning är ca ett dygn. Sedan bestäms nya profiler av provkroppens yta i samma lägen som tidigare. Avnött material vägs och profilerna före och efter körning för vart och ett av mätlägena jämförs. Den största höjdskillnaden mellan profilerna och höjdskillnaden i medeltal bestäms, vilket innebär att man mäter upp hur mycket ytan sjunker på grund av hjulbelastningen. Med kännedom om densiteten hos beläggningsen kan volymen hos det avnötta materialet beräknas ur dess vikt.

Dragprov kan göras i bestämda lägen på provkroppens yta, dels inom dels utanför hjulbelastat område. Därvid borras med cylindrisk diamantborr spår genom beläggningsen till betongen. På borrhärnans yta limmas sedan fast en metallplatta som dras vinkelrätt ut från ytan med en dragprovingsapparat. Vidhäftningen anges i MPa.





## TOLKNING AV PROVNINGSRESULTAT

Lasten på det enskilda hjulet kan i industrisammanhang variera från nästan ingenting till flera ton. Stor last förekommer ofta (Sveriges Mekanförbund, 1963). Lasten härrör från truckens eller vagnens egen massa och från den transporterade massan. Belastningen på golvet beror också på hjultypen och på golvetts egenskaper. I den mån man har luftgummi-hjul regleras belastningen av ringtrycket. Hårdare hjul är emellertid inte ovanliga.

De provade beläggningarnas och delvis även hjulens elasticitetsmoduler och Poissons konstant för dem var inte kända. Det är därför svårt att beräkna tryckbelastningen under de olika hjulen. Ett försök till överlagsberäkning enligt Hertz visar emellertid att belastningen under stål-hjulet kan ligga i storleksordningen  $10^2$  MPa, under fenoplast-hjulet 10 MPa och under det massiva gummi-hjulet 1 MPa vid 2000 N last. Punktbelastningen under stål-hjulet är enligt denna beräkning ca 100 gånger större än under gummi-hjulet vilket torde utgöra den huvudsakliga förklaringen till den vanligen betydligt svårare verkan av stål-hjulet. När nu hjulen är standardiserade skulle en noggrannare utredning av dessa förhållanden vara av intresse som underlag för tolkning av provningsresultat.

10 000 cykler i belastningsapparaten kan tänkas motsvara från några månaders till några års körning på ett golv, beroende på trafikfrekvensen.

Många tillfälliga eller till synes obetydliga yttre påverkningar i kombination med hjulbelastning kan vara avgörande för varaktigheten hos industrigolv. Med yttre påverkningar menar jag här t ex hög eller låg temperatur, vatten eller kemikalier (rengöringslösningar, oljor e d) på golvytan. Deras verkan varierar mellan olika golv. Försök att beräkna verkan av hjulbelastning enbart med ledning av hållfasthetsdata för materialen kan därför leda till grovt felaktiga slutsatser.

Inte heller provningsresultaten i rapporten ger någon fullständig bild av de verkningar man kan vänta av hjulbelastning. De flesta proven genomfördes med stål-hjul och 2000 N last på provkroppar med torr yta vid 20-23 °C temperatur. Enstaka kompletteringar kunde göras vid 40 °C temperatur eller med vattenbelagd golvyta, liksom vid högre last eller med gummihjul och fenoplasthjul. Fortsatt kartläggning av liknande slag skulle sannolikt ge värdefull information.

Hög eller låg temperatur ger avsevärt olika verkan på olika material. När det gäller betong och stenmaterial torde en temperaturhöjning från 20 till 40 °C ha ganska ringa betydelse i samband med hjulbelastning. Gäller det däremot asfalt eller plaster kan en sådan höjning medföra betydligt minskad motståndsförmåga hos materialen.

Inverkan av vatten är mycket olika på olika material varför några generella omdömen inte kan ges. Provningsresultaten visar emellertid att verkan av lastvagnshjul i många fall förstärks avsevärt vid närvaro av vatten. Om andra vätskor än vatten spills på golven kan även låg hjulbelastning i vissa fall tänkas få förödande verkan.

Man måste ha klart för sig att uppläggnings- och provningen kan påverka slutsatserna. Av ekonomiska skäl gjordes flera olika prov på vissa provkroppar så länge de höll. Det är ju tänkbart att en ny provkropp till slut hade tålt den kraftigaste påverkan som de flera gånger använda inte klarade. Med den nämnda uppläggnings- och provningen uppstår så småningom utmattningsfenomen i beläggningarna, men de har ju också sitt intresse.

## RESULTAT AV GENOMFÖRDA PROV

Provkroppar

Läggningsföreskrifter från fabrikanter, i HusAMA, betongbestämmelser, etc iakttogs vid tillverkningen av provkropparna. I vissa fall svarade fabrikanter eller en entreprenör för läggningen. För denna något översiktliga redogörelse behövs detaljerade upplysningar om läggingsförfarandet och sammansättningen endast i undantagsfall. I några fall där de skulle vara värdefulla kan man inte få dem.

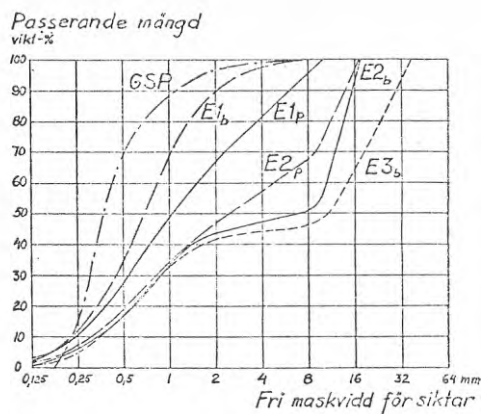
Betong

En serie provningar av olika betonggolvs-kvaliteter genomfördes för ca tio år sedan och redovisades av Bring (1969). Hjulet var av stål och lasten 2000 N. Provkropparna var 13 till antalet. Med något undantag tillverkades endast en provkropp av varje kvalitet. De var ca 7 cm tjocka och vid provningen ca fyra månader gamla. De betongkvaliteter som studerades var K 150, K 250 och K 400 med olika sammansättning och tillverkningskonsistens, tabell 1. Samtliga provkroppar vibrerades vid gjutningen med vibratorbalk.

Vid tillverkningen följdes föreskrifterna i ByggAMA 1965 för sju av provkropparna. Vid fem av de övriga användes trögflytande betong. Vid fem prov vakuumbehandlades ytan. En provkropp gjordes med ballast enligt "gammal svensk praxis", GSP (Bährner 1950). Ballastmaterialets sammansättning visas i figur 3.

Som väntat var betongen med ballast enligt GSP sämst. Den var så dålig att medelsänkningen av de mätta profilerna redan efter 5000 cykler var mer än 12 mm, varför provningen avbröts.

Betong K 250 med stenmaterial E1 (cement: ballast 1:5) var näst sämst med 9,4 mm medelsänkning av de mätta



FIGUR 3. Kornkurvor för de ballastmaterial som användes till provkropparna av betonggolv har i figuren index b. Kurvor med index p avser ballastmaterial för betongplattor som användes till undergolv för plastbeläggningar. Beteckningarna  $E_1$ ,  $E_2$  och  $E_3$  är hämtade ur ByggAMA 1965.

TABELL 1. Verkan på betonggolv av rullande stålhjul med 2000 N last. Varje resultat avser en provkropp och anges både som avnött volym och som medelvärdet av sänkningen hos två profiler av provkroppen. På K 150 kördes 5000 cykler på de övriga 10 000. Beteckningarna  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  och GSP avser ballastmaterialens sammansättning, figur 3. V innebär att provkroppen behandlades med vakuum. Tryckhållfastheten bestämdes efter 28 dygn på 20 cm kuber. Den maximala sänkningen av ytprofilerna var 10-50 % större än medelsänkningen.

| Betongkvalitet        | Tryckhållfasthet<br>MPa | Medelsänkning<br>av ytans profiler<br>mm | Avnött volym<br>cm <sup>3</sup> |
|-----------------------|-------------------------|--|---------------------------------|
| K 400, P, $E_3$ , V   | 56                      | 1,2                                      | 86                              |
| K 400, T, $E_3$ , V   | 49                      | 1,2                                      | 92                              |
| K 400, S, $E_3$       | 62                      | 1,4                                      | 119                             |
| K 400, T, $E_3$ , V   | 50                      | 1,9                                      | 144                             |
| K 400, P, $E_2$       | 36                      | 2,0                                      | 168                             |
| K 400, P, $E_1$       | 47                      | 2,0                                      | 170                             |
| K 400, T, $E_2$ , V   | 39                      | 2,2                                      | 202                             |
| K 400, T, $E_2$ , V   | 34                      | 2,3                                      | 207                             |
| K 400, P, $E_3$       | 46                      | 3,4                                      | 323                             |
| K 250, P, $E_3$       | 36                      | 3,7                                      | 328                             |
| K 400, T, $E_3$       | 51                      | 3,7                                      | 366                             |
| K 250 (1:5), P, $E_1$ | 33                      | 9,4                                      | 1038                            |
| K 150 (1:5), P, GSP   | 21                      | 12,1                                     | 1246                            |

profilerna. Motsvarande sänkning för betong K 250 med ballastsammansättning E3 var endast 3,7 mm. I detta fall fick man alltså en väsentlig förbättring genom att öka maximala stenstorleken. Trots det kan betong K 250 inte rekommenderas för tungt belastade industri-golv.

Med betong K 400 visade sig motståndsförmågan mot rullande stålhjul kunna bli bra eller jämförelsevis dålig, alltefter sammansättning, konsistens och läggningsförfarande. Trögflytande betong med ballast E3 gav i ett fall bra resultat då den vakuumbehandlades efter läggningen. Motsvarande betong med ballast E2 var godtagbar efter vakuumbehandling. Den enda medelstyva betong som studerades hade ballast E3 och gav gott resultat.

Av betong K 400 med plastisk konsistens hade tillverkats provkroppar med alla tre ballastmaterialen E3, E2 och E1. Den ena provkroppen med E3 gav bäst resultat av alla betongsorter medan den andra var ganska dålig. Den bättre var vakuumbehandlad. Provkropparna med ballast E2 och E1 var ungefär jämgoda och åtminstone den sistnämnda var bättre än väntat.

Efter denna provserie genomfördes prov på betonggolv endast som bakgrund till andra prov. Meningen var då att ta reda på huruvida betonggolvet blev bättre genom någon viss beläggning eller behandling av ytan. Dessa prov redovisas i det följande under rubrikerna:  
"Betong med tillsats av plastdispersion"  
"Lackerad (målad) betong"  
"Ytimpregnerad betong".

Den som är intresserad av hur hjul av uretangummi och fenoplast påverkar betonggolv kan få vissa upplysningar i avsnittet om ytimpregnerad betong.

### Hårdbetong

Av hårdbetong undersöktes några få varianter. Lasten var i samtliga fall 2000 N på ett stålhjul. Underlags-

plattorna bestod av betong med hög kvalitet. Hårdbetongmaterialets yta var stålglättad och i två fall vakuumsugen. Följande resultat erhöles efter 10 000 cykler

| Hårdbetongmaterial       | Skiktthjocklek<br>mm | Maximal sänkning av ytprofiler<br>mm | Avnött volym<br>cm <sup>3</sup> |
|--------------------------|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| Kvarts, ytan vakuumsugen | 7                    | ca 2                                 | ca 90                           |
| Kiselkarbid och korund   | 7                    | ca 3                                 | ca 200                          |
| Granulerat järn          | ca 5                 | 1,2                                  | 10-25                           |
| Do, ytan vakuumsugen     | ca 5                 | 0,7                                  | 5-15                            |

Orsaken till det jämförelsevis dåliga resultatet för kiselkarbid visade sig vara att enskilda korn i ytan kunde krossas av stålhjulet. Järngranulerna torde där-  
emot ha varit utsatta för en plastisk deformation.

Hårdbetongen med järngranuler tillverkades genom att dessa ströddes ut på den nylagda betongen. Både skiktthjockleken och densiteten var därmed tämligen obestäm-  
da. Den sistnämnda uppskattades till mellan 3 och 5 g/cm<sup>3</sup>. Följaktligen kunde inte heller den avnötta volymen bestämmas entydigt.

Ytterligare ett prov på hårdbetongmaterial redovisas i tabell 2 överst. Stenmaterialet var i det fal-  
let en hård natursten som inte närmare specificerades.

#### Betong med tillsats av plastdispersion

Tillsats av polyvinylacetatdispersion (PVAC), akrylat-  
dispersion e d har visat sig kunna ge betonggolv som i många avseenden är bra. Bland annat brukar damningen

TABELL 2. Verkan av hjulbelastning på beläggningar av golvbetong med och utan tillsats av dispersion i vatten av polyvinylacetat (PVAC) eller akrylat. Prov sammanhållna med klammer gjordes på samma provkropp, först torrt sedan med vatten på ytan. 2000 N på stålhjul vid 20-23 °C.

| Blandningsförhållande cement:stenmaterial | Plastdispersion |                   | Tryckhållfasthet MPa | Alder vid provning dygn | Fukttillstånd hos provkroppens yta vid provning | Maximal sänkning av ytprofiler mm | Avnött volym cm <sup>3</sup> |
|---|-----------------|-------------------|----------------------|-------------------------|---|-----------------------------------|------------------------------|
|   | typ             | % av cementvikten |                      |                         |   |                                   |                              |
| 5:8                                       | -               | -                 | 45                   | ca 70                   | torr  | 1,0                               | 65                           |
| 5:8                                       | PVAC            | 7                 | 35                   | ca 45                   | torr  | 0,5                               | 4                            |
| 5:8                                       | { PVAC          | 7                 | 35                   | ca 40                   | torr  | 0,8                               | 15                           |
| 5:8                                       |                 | 7                 | 35                   | > 100                   | vattenbelagd                                    | ca 10                             | ca 750                       |
| 1:4                                       | -               | -                 | 35                   | ca 50                   | torr  | ca 10                             | ca 900                       |
| 1:4                                       | -               | -                 | 37                   | ca 45                   | vattenbelagd                                    | > 10                              | ca 1200                      |
| 1:4                                       | PVAC            | 15                | -                    | ca 50                   | torr  | 8,5                               | ca 700                       |
| 1:4                                       | { akrylat       | 17                | -                    | ca 50                   | torr  | 0,7                               | < 1                          |
| 1:4                                       |                 | 17                | -                    | > 100                   | vattenbelagd                                    | > 10                              | ca 1600                      |
| 1:4                                       | akrylat         | 14                | -                    | ca 50                   | torr  | 0,8                               | 1                            |
| 1:4                                       | akrylat         | 14                | -                    | ca 50                   | vattenbelagd                                    | > 10                              | ca 1000                      |

kunna minska eller försvinna. Sådana golv tål emellertid inte vad som helst.

Sex provkroppar med ca 10 mm tjocka beläggningar av betong av denna typ provades. Underlagsplattorna var av betong K 400. Två olika blandningar med PVAC-tillsats förekom och två med akrylattillsats. Dessutom provades samma betongsorter utan tillsats av plastdispersion.

Provningarna genomfördes vid 20-23 °C temperatur med stålhjul och 2000 N last. I vissa fall var provkroppens yta belagd med vatten. Materialdata och resultat framgår av tabell 2.

Resultaten tyder på att betonggolv med tillsats av plastdispersion kan vara bättre än betonggolv utan sådan tillsats när de läggs i torr miljö. För hjulbelastade golv i våtrum eller där man ofta spiller vatten förefaller de däremot att vara olämpliga.

Det är känt att plastdispersioner efter torkning och hårdnande åter kan mjukas upp vid påverkan av vatten. Framförallt påverkas ytan av en provkropp medan de inre delarna tycks kunna bibehålla en stor del av hållfastheten längre tid. På golv och provkroppar av golvmaterial som hjulbelastas nöts ytan emellertid bort när den plastbaserade delen av materialet förlorar sin hållfasthet, varvid successivt djupare liggande partier blir åtkomliga för liknande påverkan.

#### Lackerad (målad) betong

Parallellt med de försök som redovisas i tabell 1 gjordes också försök med förstärkning av betongytan med epoxilack (Bring 1969). Fyra provkroppar användes, en utan lack med stålglättad yta och tre med lack. Av dessa hade en stålglättad, en stålglättad + syratvättad och en brädriven + maskinfräst yta hos betongen. Denna var efter tillverkningen fukthärdad en vecka och



tre månader gammal vid lackeringen. Betongen hade kvalitet K 400, P, E2 med kornkurva hos ballastmaterialet enligt figur 3 (kurva E2<sub>p</sub>).

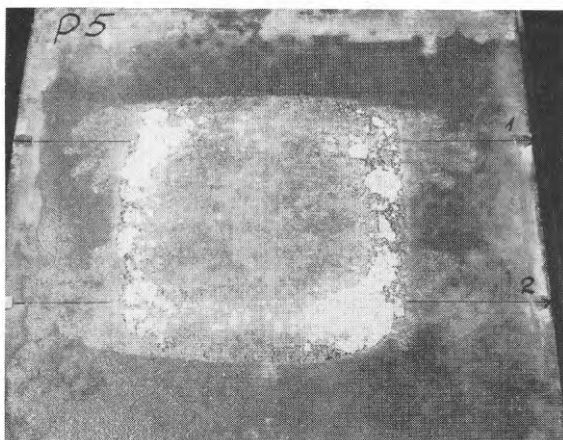
60 viktprocent av den färdigblandade lacken utgjordes av plast, resten av lösningsmedel. Föreskrifter för arbetarskydd (Arbetarskyddsstyrelsen 1971, 1972 och 1978) gör att man antagligen inte kan använda samma recept idag. Som en bakgrund vid studier av nya provningsresultat kan resultaten emellertid vara nyttiga.

Lacken påfördes i en omgång med 0,2 mm nominell tjocklek hos skiktet, dvs. den tjocklek detta skulle ha fått om ingenting sugits in i betongen. Större delen av lacken sögs emellertid in. Betongytan blev mörkare och blankare.

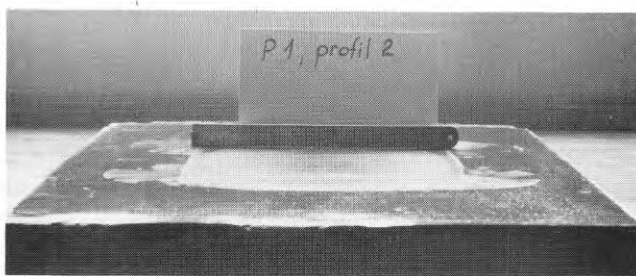
Tidigast när lacken var två veckor gammal belastades provkropparna med 2000 N på stålhjulet under 10 000 cykler. Följande resultat erhöles.

| Ytbehandling av betongplattan | Nominell tjocklek hos lackskikt<br>mm | Maximal sänkning av ytans profiler<br>mm | Avnött volym<br>cm <sup>3</sup> |
|-------------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| stålglättad                   | olackerad                             | ca 3,5                                   | 168                             |
| stålglättad                   | 0,2                                   | 0,9                                      | 5                               |
| stålglättad + syratvättad     | 0,2                                   | 0,9                                      | 5                               |
| brädriven + maskinfräst       | 0,2                                   | 2,6                                      | 94                              |

I de fall då ytan var jämn var förstärkningen med epoxilack tydligen tillräcklig för att nötningen skulle bli obetydlig, figur 4. Lacksiktets betydelse minskade dock när betongens yta var skrovlig (maskinfräst). Om man med avsikt gör betonggolv skrovliga kan värdet av en lackering komma att bero på trafikens art. Dock torde de inte damma i störande grad när de är nya.



FIGUR 4. Foto taget efter hjulbelastning av den provkropp av betong K 400, P, E2 (kornkurva enligt figur 3) som stålglättades och syratvättades och därefter beströks med 0,2 mm epoxilack. Lacken var genomött på vissa ställen vid hjulets vändlägen. Ytans profil sänktes maximalt 0,9 mm vid belastningen.



FIGUR 5. En provkropp av betong belagd med 3 mm epoxiplast, fotograferad efter hjulbelastning. De ljusa partierna i mitten berördes av hjulet. Linjalen lades längs en av de mätta profilerna vid vilken ingen sänkning av ytan kunde konstateras. Springan under linjalen skulle ha funnits även före belastningen.

## Ytimpregnerad betong

Värdet av ytimpregnering av färdiga betonggolv har diskuterats under kanske ett halvt sekel utan att man har kommit till klarhet. Meningarna är fortfarande delade. Även om betongkvaliteterna med HusAMA 72 (1972) för nya golv har höjts avsevärt så kvarstår problem med damning. Avsikten med den försöksserie som redovisas i tabell 3 var dels att studera verkan av gummi-hjul och plasthjul på olika betongkvaliteter, dels att klarlägga huruvida metoden kan användas för att bedöma damningsrisk.

Tre kommersiellt tillgängliga produkter provades, två "betonghärdningsvätskor" och en torkande, vegetabilisk olja. Leverantörerna var inte villiga att ge närmare upplysningar om sammansättningen. Provningsen genomfördes på plattor av betong K 150, K 300 och K 400 med ballastmaterial enligt HusAMA 72 (1972). De plattor som skulle oljas tvättades ca en vecka före första behandlingen med 15 % fosforsyra. Någon sådan föreskrift fanns inte för härdvätskorna och genomfördes därför inte. Anbefalld volym av härdvätskorna hälldes ut i en omgång och fördelades över betongytorna. Överskott som inte sögs in togs senare bort. Oljan påfördes i tre omgångar. En omgång plattor var oimpregnerade vid provningen.

Endast en provkropp användes för varje kombination av betong och ytimpregnering. Var och en av dem belastades under sammanlagt 50 000 cykler enligt ett program med successivt stegrad påverkan. Först användes ett uretangummi-hjul med 1000 N last under 10 000 cykler varefter lasten ökades till 2000 N och körningen upprepades. Efter växling till fenoplasthjul kördes sedan 10 000 cykler med var och en av lasterna 1000, 2000 och 3000 N. Resultat av varje sådant prov för sig framgår av tabell 3. Endast proven med 1000 N på uretangummi-hjul företogs följaktligen på helt nya golv-  
ytor.

TABELL 3. Verkan av hjulbelastning på provkroppar av golvbetong med och utan ytimpregnering med härdvätska eller torkande olja. De profilsänkningar som betecknas som omätbara var för små för att kunna bestämmas med den använda apparaturen.

| Ytimpregnering   | Betongkvalitet | Hjultyp     | Last<br>N | Maximal sänkning<br>av ytprofiler<br>mm | Avnött<br>volym<br>cm <sup>3</sup> |     |
|--|----------------|-------------|-----------|---|------------------------------------|-----|
| Ingen  | K 150          | uretangummi | 1000      | 0,3                                     | ca 1                               |     |
|  |                |             | 2000      | 0,1                                     | < 1                                |     |
|  |                | fenoplast   | 1000      | 0,8                                     | 40                                 |     |
|  |                |             | 2000      | 1,4                                     | 40                                 |     |
|  | K 300          | uretangummi | 1000      | 0,4                                     | 0                                  |     |
|  |                |             | 2000      | 0,1                                     | 0                                  |     |
|  |                | fenoplast   | 1000      | 0,5                                     | 18                                 |     |
|  |                |             | 2000      | 1,2                                     | 20                                 |     |
|  |                |             | 3000      | 1,2                                     | 15                                 |     |
|  | K 400          | uretangummi | 1000      | omätbar                                 | 0                                  |     |
|  |                |             | 2000      | 0,1                                     | 0                                  |     |
|  |                |             | fenoplast | 1000                                    | 0,1                                | < 1 |
|  |                |             | 2000      | 0,2                                     | 4                                  |     |
|  |                |             | 3000      | 0,2                                     | 4                                  |     |
| Betonghärdnings-<br>vätska 1<br>(0,5 l/m <sup>2</sup> )    | K 150          | uretangummi | 1000      | omätbar                                 | < 1                                |     |
|  |                |             | 2000      | 0,1                                     | 2                                  |     |
|  |                |             | fenoplast | 1000                                    | 1,1                                | 30  |
|  |                |             |           | 2000                                    | 2,0                                | 180 |
|  |                |             |           | 3000                                    | -                                  | -   |
|  | K 300          | uretangummi | 1000      | omätbar                                 | < 1                                |     |
|  |                |             | 2000      | 0,1                                     | 1                                  |     |
|  |                |             | fenoplast | 1000                                    | 0,5                                | 5   |
|  |                |             |           | 2000                                    | 1,0                                | 30  |
|  |                |             |           | 3000                                    | 1,0                                | 17  |
|  | K 400          | uretangummi | 1000      | omätbar                                 | 0                                  |     |
|  |                |             | 2000      | 0,1                                     | 0                                  |     |
| fenoplast  |                |             | 1000      | 0,1                                     | < 1                                |     |
|  |                |             | 2000      | 0,2                                     | 3                                  |     |
|  |                |             | 3000      | 0,2                                     | 5                                  |     |
| Betonghärdnings-<br>vätska 2<br>(ca 0,2 l/m <sup>2</sup> ) | K 150          | uretangummi | 1000      | omätbar                                 | 0                                  |     |
|  |                |             | 2000      | 0,1                                     | 1                                  |     |
|  |                |             | fenoplast | 1000                                    | 0,6                                | 15  |
|  |                |             |           | 2000                                    | 1,3                                | 50  |
|  |                |             |           | 3000                                    | -                                  | -   |
|  | K 300          | uretangummi | 1000      | omätbar                                 | 0                                  |     |
|  |                |             | 2000      | omätbar                                 | 0                                  |     |
|  |                |             | fenoplast | 1000                                    | 0,2                                | 4   |
|  |                |             |           | 2000                                    | 0,3                                | 5   |
|  |                |             |           | 3000                                    | 0,2                                | 3   |
|  | K 400          | uretangummi | 1000      | omätbar                                 | 0                                  |     |
|  |                |             | 2000      | omätbar                                 | 0                                  |     |
| fenoplast  |                |             | 1000      | 0,1                                     | 4                                  |     |
|  |                |             | 2000      | 0,2                                     | 15                                 |     |
|  |                |             | 3000      | 0,1                                     | -                                  |     |
| Torkande olja  | K 150          | uretangummi | 1000      | 0,1                                     | 2                                  |     |
|  |                |             | 2000      | 0,1                                     | 2                                  |     |
|  |                |             | fenoplast | 1000                                    | 0,4                                | 7   |
|  |                |             |           | 2000                                    | 0,7                                | 22  |
|  |                |             |           | 3000                                    | -                                  | -   |
|  | K 300          | uretangummi | 1000      | 0,1                                     | 1                                  |     |
|  |                |             | 2000      | < 0,1                                   | 2                                  |     |
|  |                |             | fenoplast | 1000                                    | < 0,1                              | 2   |
|  |                |             |           | 2000                                    | < 0,1                              | 1   |
|  |                |             |           | 3000                                    | 0,1                                | 1   |
|  | K 400          | uretangummi | 1000      | 0,1                                     | 1                                  |     |
|  |                |             | 2000      | 0,1                                     | 2                                  |     |
| fenoplast  |                |             | 1000      | 0,1                                     | 1                                  |     |
|  |                |             | 2000      | < 0,1                                   | 0                                  |     |
|  |                |             | 3000      | 0,1                                     | 3                                  |     |

Det är inte alls klart hur djupt impregneringsvätskorna trängde in. Jämförelse med resultaten för de oimpregnerade provkropparna kan emellertid ge en viss vägledning för värderingen. Att inte resultaten från profilmätning och dammsugning följer varandra helt torde bero på att de mest nötta ställena låg vid sidan av profillägena eller att enstaka större korn i profillägena blivit bortnötta.

Det förefaller som om främst betonghärdningsvätska 2 kan ha haft en viss dammbindande verkan på nya ytor och dessutom en viss djupverkan på betong K 300. Den bästa djupverkan torde dock ha erhållits med den torrkande oljan. Provserien var för liten för mera långtgående slutsatser.

Det förefaller klart att ytterligare utvecklingsarbete behövs för att metoden skall kunna användas till att säkert bestämma eventuell damningsrisk. Enligt min erfarenhet avger även bra betonggolv av kvalitet K 400 små kvantiteter damm t o m vid gångtrafik. På provkroppen av K 400 utan ytimpregnering kunde ingen nötning konstateras på grund av uretångummi hjul med 1000 N last trots att detta hjul verkar ungefär som ett radergummi vid vändlägena. Det förefaller därför som om mätförfarande inte är tillräckligt känsligt för de små materialvolymerna som ger upphov till besvärande damm.

### Magnesitmassa

Golv av magnesitmassa användes i stor utsträckning som industrigolv fram till 1960-talet, då de mer eller mindre försvann om man undantar mindre reparationsarbeten. De är för många ändamål bra golv vilket man nu åter har börjat inse. Bl a tål de mineralolja, men däremot inte vatten.

Tio provkroppar med beläggningar av magnesitmassa provades. Två av dem tillverkades inte vid KTH varför sammansättningen är okänd. För de övriga varierade bland-

ningsförhållandet klorvatten:magnesiumoxid mellan 1:3,86 och 1:4,35 viktdeelar. Klorvattnet hade koncentrationen 18,5 - 19° Baumé. Dessa provkroppar tillverkades en i taget och förvarades därefter i laboratoriet i det för årstiden rådande klimatet.

Provningsgenomfördes med stålhjul och 2000 N last. Provkropparna av egen tillverkning var då 32-52 dygn gamla. Hos de första sex av dessa varierade den maximala sänkningen av ytprofilerna mellan 0,25 och 4,6 mm och den avnötta volymen mellan 5 och 180 cm<sup>3</sup>. Den enda rimliga förklaringen till de stora variationerna i resultat föreföll att vara olika härdningsbetingelser. De bästa provkropparna tillverkades sommartid med hög relativ fuktighet i laboratorielokalen och de med dåliga resultat vintertid när uppvärmningen medförde låg luftfuktighet.

För att något närmare studera denna faktor tillverkades två nya provkroppar. De var likadant sammansatta (19° Baumé, blandningsförhållande klorvatten:magnesiumoxid 1:4,35). Omedelbart efter härdandet fukthärdades den ena genom inpackning i plastfolie under en vecka medan den andra förvarades fritt i luft med ca 20° temperatur och 40 ± 7 % relativ fuktighet.

Vid provningen efter ca en månad sänktes profilerna på den fukthärdade provkroppen ca 1 mm och på den andra ca 6 mm. De avnötta volymerna var ca 20 och ca 450 cm<sup>3</sup>.

Av de två provkropparna med okänd sammansättning hos magnesitmassan provades den ena i torrt skick och den andra med vatten på ytan. Hos den torra provkroppen sänktes ytprofilerna maximalt ca 1 mm och den avnötta volymen var ca 25 cm<sup>3</sup>. Med vattenbeläggning på ytan blev samma material kraftigt nött. Försöket avbröts efter 2500 cykler varvid ytan hade sänkts maximalt 4,3 mm och ca 300 cm<sup>3</sup> hade nötts bort.

Dessa resultat talar för att golv av magnesitmassa bör fukthärdas omedelbart efter hårdnandet. Däremot bör de inte användas till våtrum eller till lokaler där man ofta spiller vatten. I rätt miljö kan de vara minst lika bra som betonggolv.

### Plastmassa

Plastmassor kan ges god vidhäftning mot torra och rena undergolv. Hållfastheten hos härdplastgolv och deras motståndsförmåga mot mekaniska och kemiska påverkningar är allmänt sett god - men de blir inte bra under alla betingelser och de tål inte vad som helst. Så många misslyckanden har konstaterats under cirka tio år att övertron på härdplastgolv har börjat övergå till en misstro på många håll (Kölzer 1974). Beställaren måste ge sig tid att klargöra de blivande påverkningarna på golven och plastmassans sammansättning måste avvägas med hänsyn till dessa. Vid läggningen måste arbetet göras omsorgsfullt och leverantörens recept följas nog. Föreskrifter enligt Arbetarskyddsstyrelsen (1974 och 1978) måste iakttas. För ett lyckat resultat krävs dock först och främst ett bra undergolv. Mest används betong och på denna ställs stora krav.

Betongkvalitén skall vara hög, men sannolikt inte alltför hög. Det har visat sig att tryckhållfastheten bör vara ca 40 MPa (K 400) för mekaniskt belastade industri-golv. Är hållfastheten för låg kan betongen gå sönder vid belastning, varvid plastskiktet lossnar. Det finns indikationer på att vidhäftningen kan bli sämre också om betongen har mycket hög hållfasthet. För K 500 och även K 600 har jag i vissa fall fått något försämrade resultat jämfört med K 400, tabell 5. Om orsaken här-till kan man än så länge bara spekulera. Med ökande hållfasthet blir betongen tätare varför man kan tänka sig att plastens möjlighet att tränga in i ytan och få fast grepp minskas.

Ytan hos undergolvet måste vara ren och stark. Det är självklart att föroreningar i ytan kan blockera denna så att plasten hindras att häfta vid. Detta problem berör främst gamla golv (även andra än betonggolv) som skall beläggas med plast. Här torde man kunna finna orsaken till en mycket stor del av de många misslyckanden som förekommit. Föroreningarna måste bort innan plasten läggs på. Hos betong har ytskiktet vanligen sämre kvalitet än djupare belägna partier. Man brukar därför avlägsna ytskiktet helt intill ett visst djup som kan vara 0,2 - 5 mm. Detta kan ske genom syratvätt, flammrensning, maskinfräsning e d. Förfaranden för rengöring och rensning av golvytor diskuteras utförligare av Kölzer (1975).

Tvättning med saltsyra torde ha varit vanligast tidigare. Denna metod har emellertid flera avsevärda nackdelar. När saltsyran hälls ut på golvet reagerar den med cementet varvid bildas klorider som i viss utsträckning kan bli kvar i undergolvet om den efterföljande rengöringen inte är effektiv. Plastens vidhäftning kan härigenom komma att bli mindre än man tänkt sig. Under arbetet avgår dessutom saltsyra i gasform till luften och angriper metallföremål som korroderar. Särskilt utsatta är blanka metallytor och elektronisk apparatur i lokalen men skadorna kan spridas till mekaniska ventilationssystem och genom dessa till angränsande lokaler. Slutligen måste golvet torka ut på nytt efter en syratvättning.

Genom flammrensning avlägsnas ytskiktet termiskt. Ett antal svetslågor värmer upp golvytan så att den sprängs av. Genom maskinfräsning skalas ett ytskikt av mekaniskt. Genom båda dessa metoder når man vanligen fram till stark betong och frilagt ballastmaterial. En nackdel är att sprickor kan uppkomma i betongen men metoderna - framförallt den sistnämnda - anses vara bra.

Ett stort antal prov genomfördes på plastbeläggningar, i allmänhet med 2000 N last. Temperaturen var dels 23, dels 40 °C och provkroppens yta var i vissa fall vat-



TABELL 4. Exempel på verkan av rullande industrihjul på plastgolv. 2000 N och upp till 5000 N last förekom på gummihjul och stålhjul. Undergolv av betong K 400 med maskinfräst yta. Vid vissa prov var golvytan översvämmad med vatten vilket markeras med v efter temperaturangivelsen. Hjul av styren-butadiengummi anges med SBR. Prov sammanhållna med klammer genomfördes på samma provkropp i tur och ordning

| Golvbeläggning                                   | Tjocklek | Hjul  | Last  | Temp | Maximal sänkning av ytprofiler | Avnött volym    | Anmärkning           |                                      |
|--|----------|-------|-------|------|--------------------------------|-----------------|----------------------|--------------------------------------|
|  | mm       |       | N     | °C   | mm                             | cm <sup>3</sup> |                      |                                      |
| "Självtjämnande" epoxiplast, slät yta            | 3        | {     | stål  | 2000 | 23                             | 0               | 0                    | beläggn förstörd<br>beläggn förstörd |
|  |          |       | stål  | 2000 | 23v                            | 0               | 0                    |                                      |
|  |          |       | stål  | 2000 | 40                             | 3               | -                    |                                      |
|  |          |       | stål  | 2000 | 40v                            | 3               | -                    |                                      |
|  |          |       | stål  | 2000 | 40                             | 0               | 0                    |                                      |
|  |          |       | stål  | 2000 | 40v                            | 0,1             | -                    |                                      |
|  |          | stål  | 5000  | 23   | 0,2                            | 0               |                      |                                      |
|  |          | {     | gummi | 2000 | 23                             | 0               | 0                    | uretangummi                          |
| gummi  | 2000     |       | 23v   | 0    | 0                              | SBR             |                      |                                      |
| gummi  | 2000     |       | 40    | 0    | 0                              | SBR             |                      |                                      |
| "Självtjämnande" tjärepxoi                       | 3        | stål  | 2000  | 23   | 0,5                            | -               | strömedel bortnött   |                                      |
| Epoxibruk med kvarts-sand 1:4,5-1:6, glättad yta | 6-7      | {     | stål  | 2000 | 23                             | 0,2             | ca 8                 | toppar bortnötta                     |
|  |          |       | stål  | 2000 | 23v                            | 0,6             | ca 40                |                                      |
|  |          |       | stål  | 2000 | 40                             | 0,1             | 0                    |                                      |
|  |          |       | stål  | 2000 | 40v                            | 6               | -                    | beläggn förstörd                     |
|  |          |       | stål  | 5000 | 23                             | 0,7             | ca 12                | toppar bortnötta                     |
|  |          | gummi | 2000  | 23   | 0,1                            | ca 2            | uretangummi          |                                      |
|  |          | gummi | 2000  | 23v  | 0                              | 0               | SBR                  |                                      |
| gummi  | 2000     | 40    | 0     | 0    | SBR, hjulet förstört           |                 |                      |                                      |
| Polyesterbruk, skrovlig yta                      | 10       | {     | stål  | 2000 | 23                             | 1               | 1                    | toppar och strömedel bortnötta       |
|  |          |       | stål  | 2000 | 23v                            | 0,3             | -                    |                                      |
| "Självtjämnande" uretanplast med hård, slät yta  | 1,5-3    | {     | stål  | 2000 | 23                             | < 0,1           | 0                    | beläggn förstörd                     |
|  |          |       | stål  | 2000 | 23v                            | 0,1             | 0                    |                                      |
|  |          |       | stål  | 2000 | 40                             | 0,1             | 0                    |                                      |
|  |          |       | stål  | 2000 | 40v                            | -               | -                    |                                      |
|  |          | gummi | 2000  | 23   | < 0,1                          | 0               | uretangummi          |                                      |
|  |          | gummi | 2000  | 23v  | 0                              | 0               | SBR                  |                                      |
| gummi  | 2000     | 40    | 0     | 0    | SBR                            |                 |                      |                                      |
| Akrylplast, skrovlig yta                         | 3-4      | {     | stål  | 2000 | 23                             | 0,2             | 5                    | toppar bortnötta                     |
|  |          |       | stål  | 2000 | 23v                            | 0,2             | 10                   | toppar bortnötta                     |
|  |          |       | stål  | 2000 | 40                             | 0               | 1                    |                                      |
|  |          |       | stål  | 2000 | 40v                            | 4               | -                    | beläggn förstörd                     |
|  |          | gummi | 2000  | 23v  | 0                              | 0               | SBR                  |                                      |
|  |          | gummi | 2000  | 40   | 0                              | 0               | SBR, hjulet förstört |                                      |

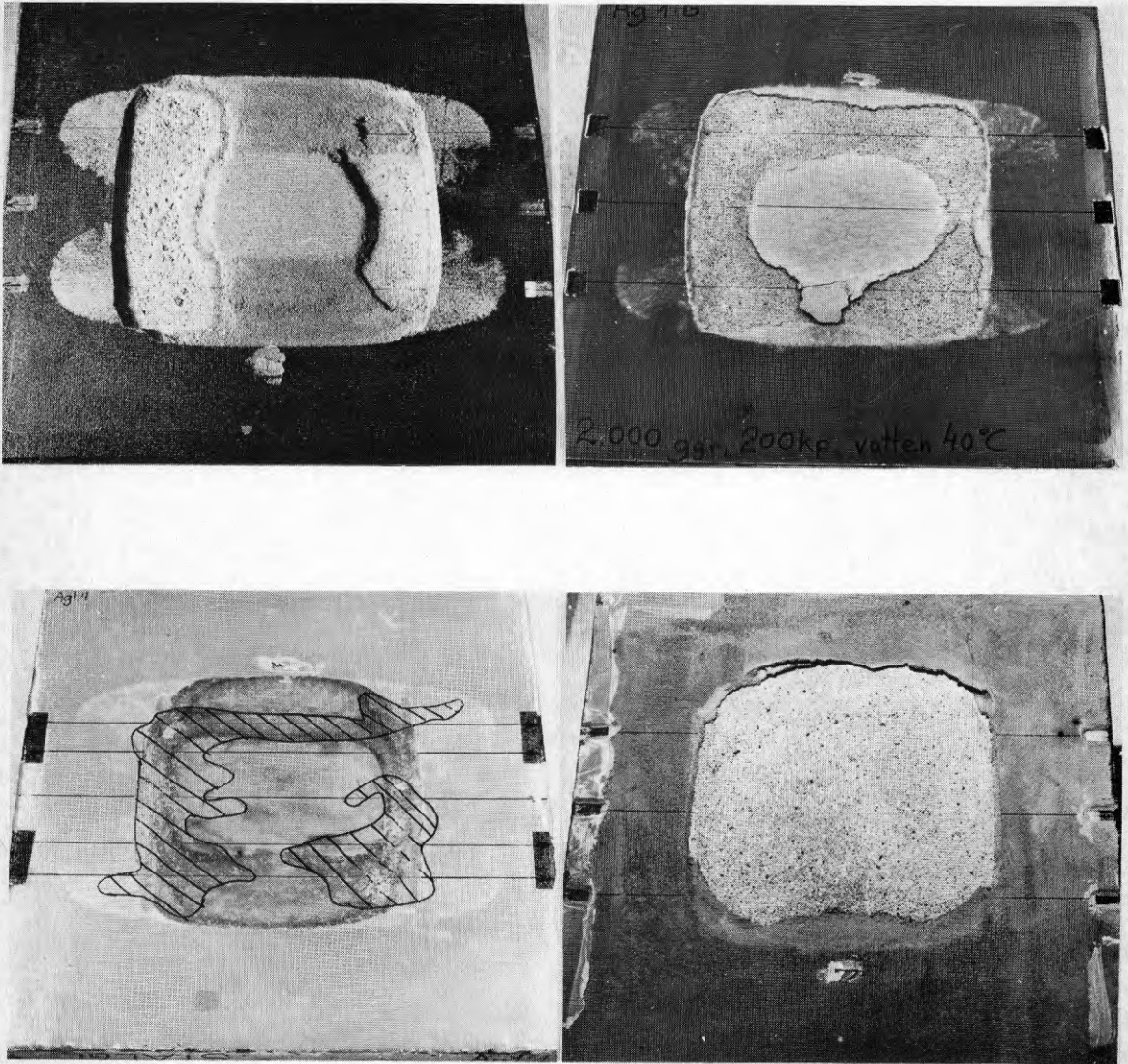
tenbelagd. Prov med förhöjd temperatur och med vattenbelagd yta genomfördes vanligen på provkroppar som tidigare klarat prov vid 23 °C med torr yta. Undergolvsplattorna var av betong K 400 med maskinfräst yta och var vid provningen flera månader gamla medan plastbeläggningarna då var minst två veckor gamla. Provningsresultaten är sammanställda i tabell 4.

Resultaten talar för att rätt valda och rätt lagda plastgolv kan tåla hjulbelastning mycket bra. Vid prov med gummihjul kunde inga vidhäftningsbrott konstateras. På skrovliga beläggningar nöttes toppar bort och gummihjulen nöttes avsevärt.

Även vid belastning med stålhjul nöttes toppar på skrovliga ytor bort eller deformerades plastiskt så att ytan blev jämnare. Torra jämna ytor av "självtjämnande" epoxi- och uretanplast blev endast obetydligt påverkade av stålhjulet vid 23 °C temperatur och 2000 N last. Även skikt tjockleken kunde dock ha betydelse för resultatet, tabell 5. Vid 40 °C temperatur lossnade plastskiktet på en provkropp med epoxiplast med torr yta. Verkan av kombinationen 40 °C temperatur och vatten var sådan att alla beläggningar blev förstörda, figur 6.

Vissa plaster har stor temperaturutvidgningskoefficient. Men kan därför befara att en plastbeläggning med låg fyllmedelshalt vid förhöjd temperatur kan komma att inta ett tryckspänningstillstånd. Detta kan avlastas om beläggningen lossnar från undergolvet och bildar en bubbla (vidhäftningsbrott, bom). Det har visat sig att tvärbindingarna sedan snabbt förstörs vid hjulbelastning, beläggningen blir ganska lättböjlig.

Vid dragprovning av vidhäftningen hos beläggningar av "självtjämnande" epoxiplast på plattor av olika betongkvalitet och med olika ytbehandling erhöles utanför hjulbelastat område resultaten i tabell 5. Av denna framgår att vidhäftningen på betong K 500 i varje fall inte blev bättre än på K 400. Provkropparna be-



FIGUR 6. Fotografier av beläggningar som belastats med 2000 N på stålhjulet vid 40 °C temperatur och med vatten på golvytan. De övre bilderna visar epoxiplast 1:5 efter 10 000 cykler (till vänster) och "självtjämnande" epoxiplast 2:1 efter 2000 cykler. De undre bilderna visar till vänster "självtjämnande" uretanplast 1:1 efter 10 000 cykler och till höger akrylplast 1:2 efter 5500 cykler. Streckade partier var bomytor. De angivna relationstalen avser blandningsförhållandet plast:fyllmedel.

lastades med 2000 N på stålhjulet vid 23 °C temperatur. Inom hjulbelastad yta lossnade praktiskt taget alla beläggningar med 1 mm tjocklek oavsett betongplattans kvalitet och ytbehandling. Vid 2 mm tjocklek hos plastskiktet lossnade detta i 75 % av de 24 proven. Dragprovning i övriga fall visade att vidhäftningen var låg (< 1 MPa utom vid ett prov).

Vid 3 och 4 mm skiktthjocklek kvarstod ingen eller endast låg vidhäftning (< 1 MPa utom vid två prov) efter hjulbelastning när betongkvaliteten var K 150. Vid de högre betongkvaliteterna, K 400 och K 500, lossnade de 3 och 4 mm tjocka beläggningarna vid hälften av proven med stålglättad betongyta. Vid de övriga fyra proven med denna ytbehandling och vid samtliga prov - 8 av varje - med maskinslipad, syratvättad och maskinfräst betongyta av kvalitet K 400 och K 500 bestämdes vidhäftningen till mellan 1,7 och 3,9 MPa. Jämfört med de obelastade ytorna i tabell 5 försämrades vidhäftningen, men den var fortfarande bra.

TABELL 5. Vidhäftning hos "självtjämnande" epoxiplast till betongunderlag med olika kvalitet och ytbehandling. Medelvärden av 8 dragprov på ytor som inte hade varit hjulbelastade.

| Ytbehandling av underlagsplattan innan platen påfördes | Vidhäftning (MPa) vid dragprov när underlagsplattans betongkvalitet var |       |       |
|--|---|-------|-------|
|  | K 150   | K 400 | K 500 |
| Stålglättad  | 1,5   | 3,3   | 3,0   |
| Stålglättad och maskinslipad                           | 1,6   | 4,4   | 3,9   |
| Brädriven och syratvättad                              | 2,1   | 4,3   | 4,4   |
| Brädriven och maskinfräst                              | 2,2   | 3,9   | 3,3   |

Dessa resultat visar att även skikttjockleken har sin betydelse för beläggningsens beständighet. Det kan förefalla som om 3 mm borde väljas som minsta tjocklek. Även hjultyp, belastning, beläggningsens elasticitetsmodul och hårdhet måste emellertid beaktas vid val av skikttjocklek. I tabell 4 finns exempel på en 1,5 mm tjock uretanplastbeläggning som klarat samma påverkan utan att skadas. Orsakerna till dessa skillnader mellan olika material bör klarläggas mer i detalj om plastbeläggningar skall användas i framtiden.

#### Asfaltemulsionsmassa

Golv av asfaltemulsionsmassa förekommer i lokaler för lättare industri, i lagerlokaler, etc. De tål inte stora punktbelastningar eller mineralolja. Om bindemedlet byts ut mot stenkolstjära blir oljebeständigheten bättre.

Sex provkroppar med beläggning av asfaltemulsionsmassa provades. De var av olika fabrikat och tillverkades två och två av specialiserade golventreprenörer i 10-15 mm tjocka skikt lagda på betongplattor. Sammansättningen i detalj uppgavs inte, men blandningsförhållandet cement:asfaltemulsion:stenmaterial (0-8 mm) brukar emellertid vara ca 1:2:5 volymdelar. Provningsen genomfördes med stålhjul och 2000 N last vid 20-23 °C temperatur. Den maximala sänkningen av ytprofilerna var mellan 4 och 6,5 mm. Vid den belastade ytans kanter bildades vallar av utmanglat material. Inom den belastade ytan manglades avnött material fast, varför någon nötning i egentlig mening inte förekom. Profilsänkningen berodde på komprimering och materialförflyttning i sidled.

Golv av asfaltemulsionsmassa lämpar sig tydligen inte för hög belastning med hårda hjul. Enligt erfarenhet passar de emellertid bra vid lägre laster på mjukare hjul. Var gränsen för deras förmåga går borde utredas vid förnyade prov.



## REFERENSER

- Arbetskyddsstyrelsen, 1971, Limningsanvisningar. Anvisningar nr 78. Stockholm
- Arbetskyddsstyrelsen, 1974, Hygieniska gränsvärden, Anvisningar nr 100, Stockholm
- Arbetskyddsstyrelsen, 1978, Epoxiprodukter, Anvisningar nr 127, Stockholm
- van Bremen, H, 1957, Vloerafwerking en vloerbedekking. Bouw, nr 7, p 146. Rotterdam
- Bring, C, 1969, Industrigolv och rullande stålhjul. Byggmästaren, årg 39, nr 11-12, p 43-47. Stockholm
- Bring, C, 1971, Kvalitetskrav på golv i byggnadsprogram och byggnadsbeskrivningar. (Byggforskningen.) Rapport R43:1971. Stockholm
- ByggAMA 1965. Stockholm
- Bährner, V, 1950, Modern betonggolvt teknik (Svenska Cementföreningen). Malmö
- Fors, B & Karlsson, H, 1978, Kontrollistor för tekniska utredningar. (Svensk Byggtjänst.) Rapport 1. Stockholm.
- Harper, F C & Stone, P A, 1959, Floor finishes for factories. (Her Majesty's Stationery Office.) Factory Building Studies, No 3. London
- HusAMA 72, 1972. (Byggandets samordning.) Stockholm
- Kölzer, W, 1974, Betong-, konststens- och naturstensgolv. (Byggforskningen.) Rapport R36:1974. Stockholm
- Kölzer, W, 1975, Rengöring av golv före ytbehandling. (Byggforskningen.) Rapport R47:1975. Stockholm.
- SS 923508, 1978, Golvmaterial - Bestämning av verkan av tungt belastade rullande industrihjul. (Standardiseringskommissionen i Sverige.) Stockholm
- STF-TLI, 1971, Industrigolv. Kurskompendium. Stockholm
- Sveriges Mekanförbund, 1963, Transportvägar inom industrin. Tekniskt Meddelande Ve 37. Stockholm
- Svensk Byggkatalog, 1976 och 1977, ER-översikter. (Svensk Byggtjänst.) Nr 3-1976 och 4-1977. Stockholm
- Westerberg, B, 1976, Golvbeläggningar inom cellulosa-industrin. (AB Jacobsson & Widmark) J & W 76/1. Stockholm





## Golvmaterial – Bestämning av verkan av tungt belastade rullande industrihjul

*Floorings – Determination of effect of rolling heavy duty swivel castors*

### 1 Orientering

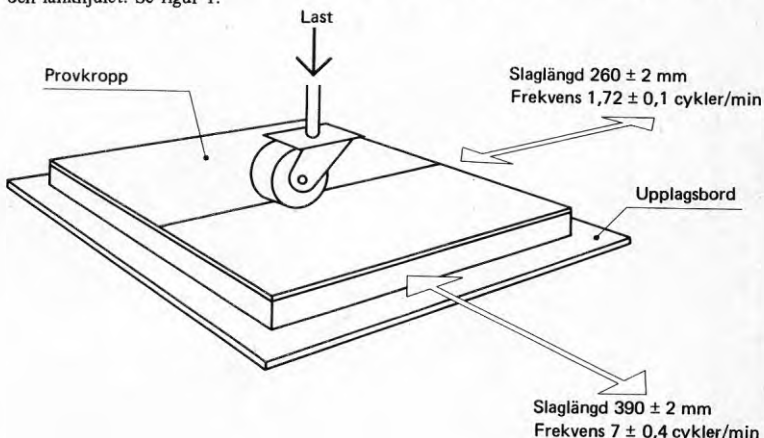
I denna standard beskrivs en metod för bestämning av motståndsförmåga hos golvmaterial och golvkonstruktioner mot belastning av rullande länkhjul – massiva eller med massiva hjulringar – på lastvagnar, truckar o d. Påverkan kan varieras genom val av hjultyp, belastning, temperatur och eventuell vätskebeläggning. Enligt standarden kan ändring av golvytans profil, avnött volym och ändring av golvbeläggningens vidhäftning bestämmas och utseendeförändringar bedömas.

Standarden är baserad på ett gemensamt nordiskt utredningsarbete. Motsvarande standard finns i Danmark, Finland och Norge.

I denna standard har SI-enheter införts, varvid följande samband tillämpats:  
 $1 \text{ kp} = 10 \text{ N}$  och  $1 \text{ kp/cm}^2 = 0,1 \text{ MPa}$ .

### 2 Utrustning

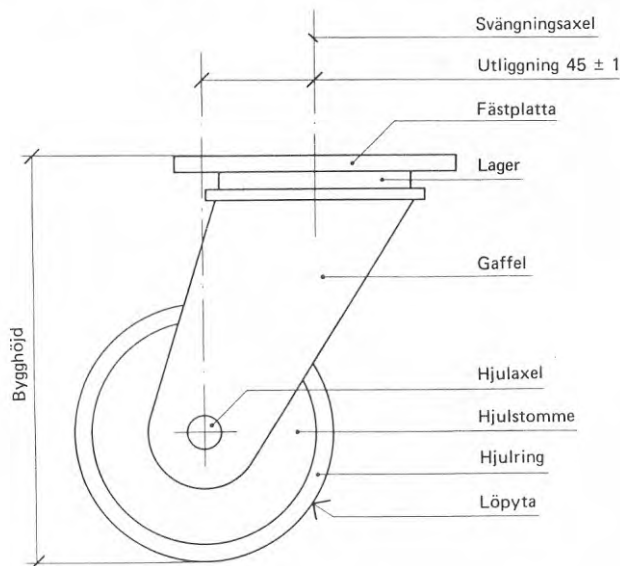
Vid provningen används en apparat i vilken provkroppar enligt avsnitt 3 kan belastas med minst  $2000 \pm 10 \text{ N}$  av ett rullande länkhjul. I apparaten skall ingå ett upplagsbord för en provkropp och en drivanordning som styr rörelsen mellan upplagsbordet med provkroppen och länkhjulet. Se figur 1.



Figur 1. Principskiss av provningsapparat. Hjulets svängningsaxel är rörlig endast i vertikal-led. Upplagsbordet med provkroppen är rörligt i mot varandra vinkelräta riktningar i horisontal-led. Det är dock möjligt att låta hjulet röra sig i stället för upplagsbordet. Det sist-nämnda alternativet är nödvändigt om apparaten skall användas direkt på ett golv.

Hjulet och gaffeln skall vara lätttröligt lagrade på sina axlar. Utliggningen skall vara  $45 \pm 1$  mm. Se figur 2.

För att säkerställa god rörlighet bör kullager eller rullager av god kvalitet användas.



Figur 2. Länkhjul med benämningar enligt SMS 2735.

Tre olika hjul kan användas:

Massivhjul av sätthärdat stål med  $125 \pm 2$  mm diameter,  $40 \pm 1$  mm banbredd och löpyta som i tvärriktningen är krökt med ca 0,5 m radie och därefter nött så att den centrala delen med  $15 \pm 2$  mm bredd är nära cylindrisk;

Lämpliga material är stål 25 11-03 enligt SIS 14 25 11. När provkroppen är belagd med vätska eller annat ämne bör dock ett korrosionshårdigare stål användas.

Massivhjul av polyamidfiberamerad fenoplast med hårdhet (ASTM D 785) HRM  $110 \pm 5$ . Hjulet skall ha  $115 \pm 5$  mm diameter,  $40 \pm 1$  mm banbredd och en löpyta som är cylindrisk med bruten kant.

Fenoplasten bör ha elasticitetsmodul  $8000 \pm 500$  MPa, bestämd enligt SIS 20 03 11.

Massivringshjul med stomme av gjutjärn eller stål och  $8 \pm 2$  mm tjock hjulring av uretan-gummi med hårdhet  $90 \pm 5^\circ$  IRH. Hjulet skall ha  $125 \pm 2$  mm diameter,  $40 \pm 1$  mm banbredd och en löpyta med svagt V-formad profil med spetsen i mittplanet och med ca  $2^\circ$  lutning så att hjuldiametern avtar mot sidorna.

Belastningen från hjulet skall normalt vara  $2000 \pm 10$  N eller  $1000 \pm 5$  N enligt avsnitt 5. Annan last kan väljas med hänsyn till förhållandena i praktiken. Last utöver egen tyngd av länkhjul och svängningsaxel anbringas direkt på svängningsaxeln vilken skall vara fritt rörlig i vertikalled.

Vid 2000 N last ger stålhjulet påkänningar av storleksordningen 100 MPa, fenoplast-hjulet 10 MPa och gummiringshjulet 1 MPa. Variationerna är dock stora och beror bl a på golvmaterialalets egenskaper. När ytorna är torra brukar friktionen i vändlägena vara större för gummiringshjulet än för de övriga hjulen.

Upplagsbordet skall vara plant och horisontalt och minst 700 x 800 mm. Längden skall vara parallell med riktningarna för den kortare rörelsen.

Apparaten kan utformas så att hjulet kan rulla på ett färdigt golv varvid detta kommer att utgöra såväl provkropp som upplagsbord.

Hjulets svängningsaxel och upplagsbordet skall vara rörliga samtidigt i mot varandra vinkelräta riktningar i horisontalled, i princip enligt figur 1. Båda rörelserna skall vara fram- och återgående — den ena med  $390 \pm 2$  mm slaglängd och frekvensen  $7 \pm 0,4$  cykler/min och den andra med  $260 \pm 2$  mm slaglängd och frekvensen  $1,72 \pm 0,1$  cykler/min. Förhållandet mellan frekvenserna skall vara  $4,07 \pm 0,03$ .

Förhållandet mellan frekvenserna måste vara skilt från 4 för att hjulbanan skall variera under provningen. Om remdrift används kan remmarna tänkas slira så att hjulet i vissa fall kommer att ta samma bana. För att undgå denna risk och för att antalet hjulpassager i varje punkt på provkroppen såvitt möjligt alltid skall bli detsamma är det lämpligt att använda en gemensam drivmotor. Kraften överförs så att förhållandet mellan frekvenserna blir 57:14. Detta kan åstadkommas t ex med en rullkedja enligt SMS 1613 (ISO/R 606) och motsvarande kedjehjul med tandantal 57 och 14, i princip enligt SMS 2087.

Avvikelse i fråga om mått mellan figur 1 och 4 beror på att hjulbanan på en länkens rörelser avviker från svängningsaxelns bana.

Vidare behövs:

Anordningar för konditionering och provning i luft med  $23 \pm 2$  °C temperatur och  $50 \pm 5$  % relativ fuktighet, eventuellt också för provning i luft med  $40 \pm 2$  °C temperatur och  $23 \pm 5$  % relativ fuktighet.

En termohygrograf, psykrometer eller med vilken temperatur kan mätas med noggrannhet inom  $\pm 2$  °C och relativ fuktighet inom  $\pm 5$  %.

En ram som kan fästas vid provkroppens kanter så att ett grunt vätsketätt kar bildas med ca 40 mm höga sidor och provkroppens yta som botten.

En anordning med vilken avnött, torrt material kan avlägsnas från provkroppens yta och samlas upp t ex genom dammsugning.

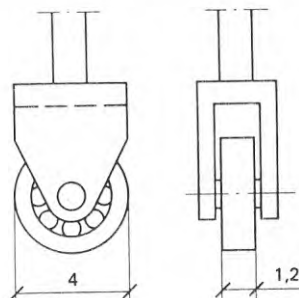
En våg med vilken avnött material kan vägas med noggrannheten inom  $\pm 0,5$  g.

Torkskåp för torkning av avnött material vid  $105 \pm 5$  °C.

Anordning för mätning och grafisk registrering av minst 600 mm långa profiler hos horisontala ytor med noggrannheten  $\pm 0,05$  mm i höjddled och  $\pm 0,5$  mm i längdled. Den skall bestå av en rak balk, en lägesgivare och en registreringsanordning. Balken är upplagd för lägesgivaren. Givarens mätpets skall vara försedd med ett stålhjul som rullar på ytan med rotationsplanet i huvudsak vinkelrätt mot ytan och parallellt med balkens längdaxel och som belastar ytan med  $0,3 \pm 0,1$  N. Hjulet skall vara kullagrat och ha  $4,00 \pm 0,01$  mm diameter och  $1,18 \pm 0,02$  mm bred, cylindrisk rullbana, figur 3.

För att den föreskrivna noggrannheten skall uppnås bör medelytavvikelsen  $R_a$  hos upplagsytan på balken vara högst  $3,2$  µm. Beträffande  $R_a$  se SMS 671 eller ISO/R 468.

Lägesgivaren skall känna av och ange profilens läge i förhållande till balken. Givaren skall vila på balken och kunna förflyttas längs denna med sin axel vinkelrätt mot balkens längdriktning och mot den provade ytans plan.



Figur 3. Mätspets bestående av ett stålhjul (kullager) med exempel på fäste. Skala 5:1.

Registreringsanordningen skall ge en grafisk bild av den avkända profilen. Läget hos varje punkt på profilen bör anges i förhållande till balken. Profilkurvan bör vara minst 10 gånger förstord i höjddled, dvs i huvudsak vinkelrätt mot ytan. I längdled kan kurvorna vara förminskade så att diagramblad A4 kan användas.

Anordning för bestämning av golvbeläggningens vidhäftning, med noggrannheten inom  $\pm 0,01$  MPa, genom dragning vinkelrätt från provkroppens yta. Dragkraftökningen skall vara ca 100 N/s. Dragkropparna skall vara av metall och skall ha plan, cirkulär anliggningsyta mot provkroppen med arean  $1000 \pm 20$  mm<sup>2</sup> ( $\varnothing 35,7 \pm 0,3$  mm).

Om provytan inte är helt plan och om limskiktet mot dragkroppen inte är planparallellt bör dragdonet vara kulleat på högst 20 mm avstånd från anliggningsytan. En golvyta eller en provkropp är så gott som aldrig helt plan.

Hålstansar med diametern  $35,7 \pm 0,3$  mm och diametern ca 45 mm.

En kärnborr för  $35,7 \pm 0,3$  mm innerdiameter (kärndiameter) och ca 45 mm ytterdiameter hos borrarparet.

Namn och adress på leverantörer av utrustning enligt denna standard kan lämnas av Byggstandardiseringsen, Drottning Kristinas väg 73, 114 28 Stockholm, tfn 08-23 72 50.

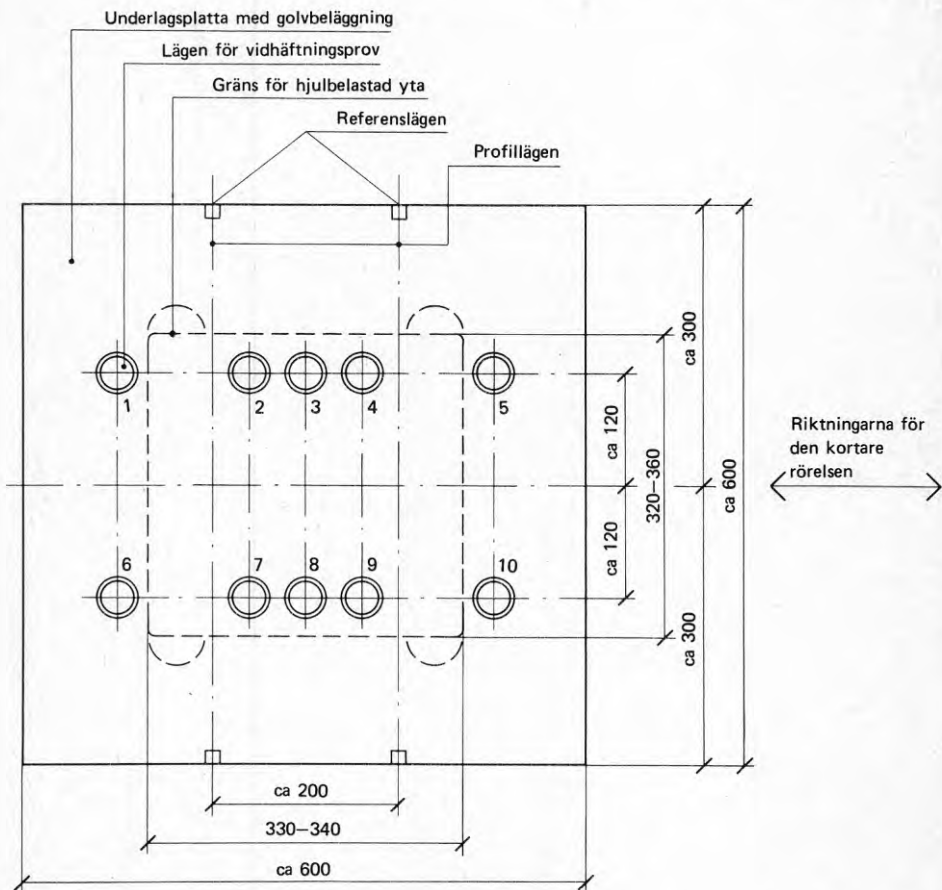
### 3 Provkroppar

Två rektangulära provkroppar, ca 600 x 600 mm, tillverkas. (Provkroppar med bärande bräder eller skivor skall dock vara ca 700 x 800 mm.) Underlagsplattor av betong skall vara ca 50 mm tjocka och i huvudsak plana på såväl översida som undersida. De skall vara väl härdade och väl uttorkade. Ytan skall ha sådan fasthet och jämnhet att provningsresultaten inte störs. Två betongklasser kan förekomma, nämligen med 30 och 40 MPa tryckhållfasthet. Det material eller den golvkonstruktion som skall provas fästs på det sätt och med de medel som tillverkaren (huvudleverantören) föreskriver i sin läggninginstruktion.

I Sverige motsvaras de angivna betongklasserna av kvalitetsklass C och B enligt Hus-AMA 72.

För tunna golvformvaror, spackelmassor, golvlim och fuktisoleringar används som underlag vanligen plattor av betong av den lägre klassen med glättad yta. Golvbeläggningen skall ha minst en fog inom den yta som skall hjulbelastas. Om endast en fog finns skall den ligga mitt på provkroppen och vara parallell med riktningarna för den kortare rörelsen. Om vidhäftningen skall bestämmas stansas före limningen tio cirkulära hål i beläggningen med samma area som dragkropparna. Vidare stansas lika många cirkulära hål med samma medelpunkter och ca 10 mm större diameter. Hålens placering framgår av figur 4. De utstansade ringarna och rondellerna läggs tillbaka på sina platser i beläggningen och limmas fast på provkroppen på samma sätt som beläggningen i övrigt. Golvplattor läggs så att ringar och rondeller såvitt möjligt inte berör fogar.

Om man befärad att vidhäftningen försämras genom kanteffekter då ringarna avlägsnas kan stansningen uteslutas i detta skede. I stället kan då cirkulära spår stansas, skäras eller borraras efter hjulbelastning och fastlimning av dragkroppar, se avsnitt 5.



Figur 4. Lägen för vidhäftningsprov. De skall vara fördelade på två grupper, vardera med rondellernas centra på avståndet ca 120 mm från den symmetrilinje hos provkroppen som är parallell med riktningarna för den kortare rörelsen. Fyra av dem skall ligga utanför och sex inom hjulbelastat område. Inom vardera gruppen skall en av rondellerna ligga med centrum på den symmetrilinje hos provkroppen som är parallell med riktningarna för den längre rörelsen, två med centra på ca 60 mm avstånd och två på ca 200 mm avstånd från denna symmetrilinje. De antydda utbuktningarna hos den belastade ytan beror på att hjulet emellanåt backar till dessa ställen.

Underlagsplattor av betong för fogplattor väljs med hänsyn till den avsedda användningen. Ytan skall vara brädriven. Minst en fog skall finnas mellan plattor inom den yta som hjulbelastas. Om endast en fog finns skall den ligga mitt på provkroppen och vara parallell med riktningarna för den kortare rörelsen.

Om vidhäftningen hos fogplattor skall bestämmas och man befärar att denna försämrats vid borring efter hjulbelastningen kan före läggningen tio cirkulära spår borras genom plattorna med kämborr. Borrkärnorna skall ha samma area som dragkropparna. Spårens placering framgår i princip av figur 4. Viss förskjutning kan dock vara nödvändig eftersom varje borrspår bör ligga minst 10 mm från närmaste kant på fogplattan. Borrkärnorna läggs tillbaka på sina platser i provkroppen vid läggningen. Borrspåren fylls med det fogbruk eller den fogmassa som används.

För gjutmassor, avjämningsmassor och plastmassor används som underlag betongplattor av den högre hållfasthetsklassen med brädriven yta. Om man skall prova betong e d med större tjocklek än ca 40 mm kan provkroppen gjutas direkt med plan undersida utan särskild underlagsplatta. När det gäller plastmassor skall betongens ytskikt vanligen avlägsnas, t ex genom tvättning med syra eller genom fräsning. Massan läggs i så tjockt skikt som är vanligt i praktiken, men det behöver inte vara tjockare än 20 mm. Om så erfordras för att kantstörningar skall undgås gjuts massan mot en styv ram som får sitta kvar under provningen.

Golvfärg, golvlack o d anbringas genom bstrykning, rollning, sprutning eller på annat sätt på en beläggning för vilken materialet är avsett. Som underlag används betongplattor med glättad yta eller bräder eller skivor motsvarande ett trägolv. Om golvet är avsett för industrilokaler, lagerlokaler e d med tung trafik skall underlagsplattor av betong ha den högre hållfastheten, i övriga fall den lägre hållfastheten.

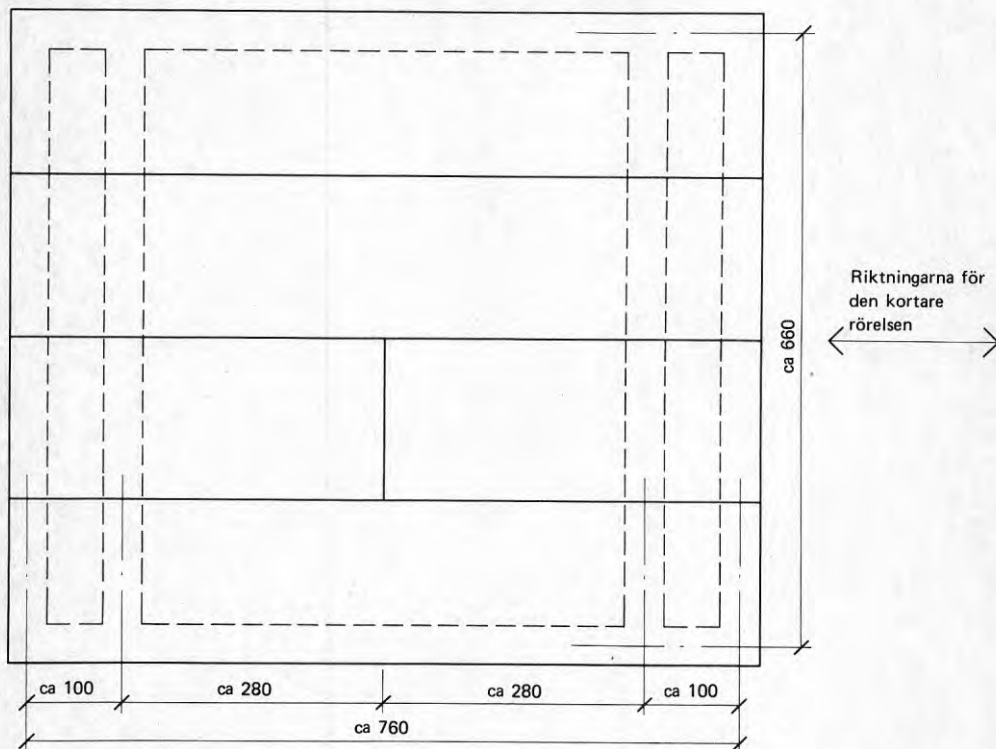
Provkroppar med trä, träfiberskivor, spånskivor o d tillverkas i så nära överensstämmelse med förhållandena i praktiken som möjligt. Minst en fog skall finnas i den yta som hjulbelastas. Bräder, rutor, kubb o d avsedda att läggas direkt på fast underlag läggs på betong på motsvarande sätt som tunna golvformvaror.

Bräder, skivor e d som skall vara bärande läggs på underslag ca 40 x 40 mm, sammanfogade till en ram enligt figur 5. Såvida inget annat sägs skall bräder, skivor e d tvingas fast på underslagen endast vid kortändarna. Skivor som brukar levereras med spontade fogar skall ha en fog mitt på provkroppen parallell med riktningarna för den längre rörelsen. Bräder skall ha längsfogarna parallella med riktningarna för den kortare rörelsen med en fog mitt på provkroppen. Den ena av bräderna vid denna fog skall ha en tvärfog på mitten om materialet brukar levereras med spontade tvärfogar. Provkropparna skall ha planmåttan ca 700 x 800 mm.

Bräder, skivor e d avsedda att läggas på sand läggs på ett ca 50 mm tjockt sandskikt i en låda med planslipad undersida. Om golvbeläggningen skall läggas på cellplast används en liknande låda med ett ca 10 mm tjockt sandskikt på vilket cellplasten läggs. Lådans innermått skall vara minst 600 x 600 x 60 mm. Sanden skall vara planad med en rätskiva. Provkroppen skall ligga fritt i lådan men med obetydligt spelrum så att sand inte pressas upp vid hjulbelastningen. Det är vanligen nödvändigt att anbringa lister på lådans kanter för att hålla provkroppen kvar i lådan. Skivor skall ha en fog mitt på provkroppen parallell med riktningarna för den kortare rörelsen. Bräder skall ha längsfogarna parallella med riktningarna för den kortare rörelsen med en fog mitt på provkroppen. Den ena av bräderna vid denna fog skall ha en tvärfog på mitten, i princip enligt figur 5, om materialet brukar levereras med spontade tvärfogar.

Om inget annat sägs bör sanden i Sverige motsvara kraven i Q 2.237 i HusAMA 72.

Provkroppar sammansatta av flera olika material tillverkas i bästa möjliga överensstämmelse med ovan givna anvisningar. Provkroppar med undergolvsmaterial bör när de provas i regel vara belagda med en för materialet vanlig golvbeläggning. Om inverkan av fogar eller andra oregelbundenheter i undergolv skall provas bör beläggningen sakna fogar.



Figur 5. Provkropp med ram av underslag ca 40 x 40 mm och brädbeläggning ca 700 x 800 mm.

#### 4 Konditionering

Allt material konditioneras för provning i luft med  $23 \pm 2$  °C temperatur och  $50 \pm 5$  % relativ fuktighet. Golvformvaror konditioneras till nära konstant vikt innan de sätts fast på underlagen. Nära konstant vikt anses uppnådd när viktändringen är mindre än 0,1 % per dygn. Underlagsplattor av betong bör vara minst en månad gamla och väl uttorkade när de beläggs. När provkropparna färdigställts skall konditioneringen fortsätta minst 14 dygn före provningen.

#### 5 Provning

Laboratorieprovning skall äga rum i luft enligt avsnitt 2. Vid provning av ett färdigt golv i en byggnad registreras luftens temperatur och relativa fuktighet nära golvet.

Profilkurvor för ytan bestäms före hjulbelastningen i två vertikalplan parallella med riktningarna för den längre rörelsen (vinkelräta mot en eventuell enstaka fog eller flera parallella längsfogar) och belägna ca 100 mm på var sin sida om den med samma riktningar parallella symmetriaxeln till ytan, figur 4. För bräder, skivor e d lagda på underslag enligt figur 5 bestäms profilkurvor dessutom för två motsvarande vertikalplan parallella med riktningarna för den kortare rörelsen. Varje profilläge skall nära ändarna ha punkter eller ytor som inte påverkas av den kommande hjulbelastningen (referenslägen). Lagesgivarens hjul ställs i kontakt med ytan och givaren förflyttas längs profilläget med hastigheten högst 10 mm/s. Profilkurvan registreras på mm-rutat diagramblad. Då spackelmassa, golvlim, golvlack e d provas bestäms dock inga profilkurvor.

Som referenspunkter kan metallstift eller användas och som referensytor t ex små glasplattor som limmas på underlagsplattan med ytan i nivå med golvmaterialets yta.

När provkroppen representerar en skiva som i praktiken läggs löst på rörligt underlag, t ex sand, bestäms före hjulbelastningen höjdläget hos underlagets yta och sedan hos skivans yta i fem punkter på varje profil. Punkterna skall vara fördelade över profilen med ca 145 mm mellanrum. De båda yttersta punkterna skall ligga ca 10 mm innanför lådans kanter.

Vid laboratorieprovning skall provningsapparaten vara uppställd på ett stabilt underlag i vilket störande vibrationer ej uppkommer. Provkroppen placeras på upplagsbordet så att dess yta blir horisontal och så att den ligger stilla under provningen. Vid provning av ett färdigt golv ställs apparaten på golvet, horisonteras och fixeras. Eventuell vätska eller annat ämne påförs.

Hjulet sänks ned och belastas så att föreskriven eller överenskommen last verkar på provkroppen. Om inget annat bestämts används stålhjulet med 2000 N last på en golvbeläggning avsedd för industrilokaler med tung trafik, t ex på träkubb, fogplattor, gjutmassor, plastmassor och golvlack. På en beläggning för lokaler med lättare trafik, t ex på tunna golvformvaror, vissa asfaltmassor och brädgolv samt vid provning av undergolv av träfiberskivor eller spånskivor, spackelmassor för undergolv, golvlim och golvlack används vanligen gummiringhjulet med 1000 N last.

Apparaten får gå 10 000 cykler i riktningarna för den längre rörelsen eller tills brott dessförinnan inträffar som omöjliggör fortsatt provning. Vid provning i torrt tillstånd får vid varje tillfälle högst 1 g avnött material ligga kvar på provkroppens yta. Det skall samlas upp efter hand och vägas. Vid provning med vätska på provkroppens yta samlas avnött material om möjligt upp efter avslutat prov och vägs efter torkning vid 105 °C. Det avnötta materialets volym beräknas med ledning av belägningens densitet.

Ca 1 h efter avslutad hjulbelastning bestäms nya profilkurvor på samma sätt och i samma vertikalkplan som före belastningen. (Eventuellt upprepas bestämningarna ca 7 dygn efter belastningen om så anses motiverat med hänsyn till iakttagna förändringar i ytan.) (I fråga om skivor som i praktiken läggs på rörligt underlag, t ex sand, bestäms dessutom de 2 x 5 profilpunkternas slutliga höjdlägen i förhållande till underlaget.) Deformation hos provkroppen av annan anledning än hjulbelastningen noteras. Balken skall vid samtliga mätningar av en profil ha samma läge i förhållande till provkroppen.

Profilkurvorna (från samma vertikalkplan) jämförs, varvid referenslägena skall sammanfalla. (I fråga om skivor som i praktiken läggs löst på rörligt underlag, t ex sand, skall referenslägena dock förskjutas i vertikalled så mycket som motiveras av skivornas förskjutning i höjddled i förhållande till underlaget.) Den största höjdskillnaden mellan kurvorna bestäms och med ledning av arean mellan kurvorna även medelskillnaden i mm med en decimal. Värdet korrigeras för eventuell deformation av fukt eller annan anledning.

Deformation på grund av ensidig fuktupptagning eller uttorkning kan bestämmas på profiler av provkroppens undersida som registreras i samband med profilbestämningarna på oversidan.

Då belägningens vidhäftning skall bestämmas hjulbelastas provkropparna enligt det föregående. Från tunna golvformvaror avlägsnas ringarna. På provkroppar av fogplattor, golvmassor, golvlack eller d borras cirkulära spår med kärnborr ned till underlagsplattans yta. Borrkärnorna skall ha i princip samma tvärarea som dragkropparna. Spårens belägenhet framgår av figur 4. Cirkulära dragkroppar limmas fast på rondellerna med härdlim. Tre till fem dygn efter hjulbelastningen anbringas dragkraften som ökas till brott med ca 100 N/s. Brottspänningen beräknas och anges i MPa med två decimaler. Brottens läge, dvs det eller de skikt där brott inträffat, noteras. Resultat från obelastad och hjulbelastad yta hålls isär.



Om man befärar att vidhäftningen försämrats av kanteffekter då ringar avlägsnas kan i stället cirkulära spår stansas, skäras eller borras genom beläggningen sedan dragkropparna limmats fast. På provkroppar av fogplattor som förborrats enligt avsnitt 3 avlägsnas fogbruk eller fogmassa runt rondellerna sedan dragkropparna limmats fast.

Provkropparna granskas och inträffade förändringar noteras. Områden med vidhäftningsbrott (bom) fastställs genom knackning på ytan och markeras med penna. Sprickbildning, färg- och glansändring m m hos ytan bedöms efter rengöring och noteras. Provkropparna fotograferas om uppkomna skador och förändringar därigenom kan beskrivas bättre än med ord.

## 6 Resultat

Provingsrapport skall i tillämpliga delar ge besked om

- a) det provade materialet eller den provade konstruktionen (typ, fabrikat och benämning)
- b) provtagningen (provställen vid prov på färdigt golv)
- c) nominell tjocklek hos golvformvaror och uppskattad medeltjocklek hos golvmassor – för golvlack och golvlim dock endast sättet för applicering
- d) provningshjul, belastning, provningstemperatur och eventuellt vatten eller annat ämne på provkroppens yta samt – vid prov på färdigt golv – temperatur och relativ luftfuktighet
- e) största skillnaden och medelskillnaden i mm med en decimal mellan samhöriga profilkurvor före belastning och ca en timme (ev också ca 7 dygn) efter belastning, varvid även medelvärden anges
- f) avnött volym i  $\text{cm}^3$  utan decimaler, dels för vardera provkroppen, dels som medelvärde för båda provkropparna
- g) brottspänning vid vidhäftningsprovning i MPa med två decimaler och det eller de skikt där brottet inträffat, varvid spänningsvärdena ordnas i grupper för vilka även medelvärden anges i MPa med en decimal, nämligen för belastad yta och obelastad yta (och andra eventuella varianter)
- h) övriga förhållanden som kan vara av intresse för tolkning av resultaten, t ex hållfasthetsklass hos underlagsplattan, annan typ av underlag än enligt metodbeskrivningen, varunamn på golvbeläggning, golvlim, spackelmasa, fogmassa e d använda för komplettering av provkroppar, förändringar av provytans utseende och – om provningen avbrutits innan 10 000 cykler fullbordats – orsak och uppnått antal cykler.

Jämförelser mellan olika provningsrapporter underlättas om resultaten e, f och g ovan redovisas i tabeller enligt följande två exempel.

Största höjdskillnad och medelhöjdskillnad (i mm med en decimal) i profilkurvorna (avsnitt 5) före och efter belastning samt avnötning. (Beläggningsdensitet = .....  $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

| Prov-kropp | Profil | Största skillnad |           | Medelskillnad |           | Avnötning |                 |
|------------|--------|------------------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------------|
|            |        | efter 1 h        | efter 7 d | efter 1 h     | efter 7 d | i g       | i $\text{cm}^3$ |
| 1          | 1      |                  |           |               |           |           |                 |
|            | 2      |                  |           |               |           |           |                 |
| 2          | 1      |                  |           |               |           |           |                 |
|            | 2      |                  |           |               |           |           |                 |
| Medelvärde |        |                  |           |               |           |           |                 |

Vidhäftning (i MPa med två decimaler, medelvärden med en decimal) utan och efter hjulbelastning (avsnitt 5).

| Provkropp               | Prov nr * | Brottets läge | Vidhäftning | Vidhäftning Medelvärde |
|-------------------------|-----------|---------------|-------------|------------------------|
| 1<br>(ej belastad yta)  | 1         |               |             |                        |
|                         | 5         |               |             |                        |
|                         | 6         |               |             |                        |
|                         | 10        |               |             |                        |
| 2<br>(ej belastad yta)  | 1         |               |             |                        |
|                         | 5         |               |             |                        |
|                         | 6         |               |             |                        |
|                         | 10        |               |             |                        |
| 1<br>(hjulbelastad yta) | 2         |               |             |                        |
|                         | 3         |               |             |                        |
|                         | 4         |               |             |                        |
|                         | 7         |               |             |                        |
|                         | 8         |               |             |                        |
|                         | 9         |               |             |                        |
| 2<br>(hjulbelastad yta) | 2         |               |             |                        |
|                         | 3         |               |             |                        |
|                         | 4         |               |             |                        |
|                         | 7         |               |             |                        |
|                         | 8         |               |             |                        |
|                         | 9         |               |             |                        |

\* Se figur 4.

## 7 Kommentarer

Standarden kan tillämpas vid undersökning av lämpliga användningsområden för såväl hjul som golvmaterial och golvkonstruktioner. En från början lätt påverkan kan successivt ökas tills skador inträffar. För en viss golvbeläggning kan man t ex börja med gummiringshjul och senare övergå till fenoplasthjul och stålhjul. Temperaturen kan först vara 23 och sedan 40 °C. Lasten kan successivt ökas från 1000 till 5000 N. Ytan kan vara torr eller belagd med vatten eller annat ämne.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 750130-9 från  
Statens råd för byggnadsforskning till Institutionen för  
byggnadsteknik, KTH, Stockholm**

**R98:1978**

**ISBN 91-540-2946-5  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6600798**

**Abonnemangsgrupp:  
Z. Konstruktioner och material**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst  
Box 1403  
111 84 Stockholm**

**Cirkapris: 20 kr exkl moms**