

43/66

Ulf A. Halvorsen:

REPARATION AV BETONGGOLV

Eftertryck ur skriften Prosjektering og utførelse av betonggulv,
utgaven av Den Norske Ingeniørforening, januari 1966

REPARATION AV BETONGGOLV

Civilingenjör Ulf A. Halvorsen.

0. Inledning.

Vid den förra konferensen om betonggolv som hölls i Oslo våren 1965, var ämnet skador på betonggolv uppe till diskussion, och det framkom önskemål om att de reparationsmetoder, som kan användas vid lagning av skadade betonggolv borde genomgå och tas upp till diskussion vid nästa konferens.

Detta föredrag bygger på en genomgång av en del av de senaste årens litteratur, som behandlar både konventionella reparationsmetoder och metoder som bygger på användning av plaster, samt på laboratorie- och fältförsök som utförts vid Cement- och Betonginstitutet i Stockholm, bl a i samarbete med Kgl Väg och Vattenbyggnadsstyrelsen (V o V).

Problemet skall behandlas rent generellt, men med speciell vikt på diskussion av möjligheterna att använda någon form av plast som hjälpprodukt vid lagningarna.

Problemen vid reparationer av betonggolv är i många avseenden desamma som vid pågjutningar av slitlag på redan hårdnad betong. Det blir därför säkerligen en hel del upprepningar av vad som sagts i tidigare föredrag beträffande förutsättningarna för uppnående av god vidhäftning vid pågjutningen. Detta får ursäktas, men eftersom en god vidhäftning till underlaget är en huvudförutsättning vid flertalet av reparationer av betonggolv, så är upprepningarna oundvikliga och troligen enbart av godo.

1. Skadeformer.

En översikt över vanliga fel har sammanställts i tabell 1.

De rena materialskadorna är huvudsakligen följande:

1. Avskalningar och «bom» vid flerskiktbeläggningar.
2. Sprickor och krackeleringar.
3. Lokala slaghål («Potthål»).
4. Fogskador.
5. Frätning och uppluckring i ytan.
6. Nötningsskador.

Utöver detta är det även mycket vanligt att man måste vidta reparationsåtgärder i samband med starkt dammande golv och färgavflagningar på målade golv som följd av svaga ytskikt på golven. Oftast har man

Ytskador	Avskalning och "bom" vid flerskiktsgolv Rena nötningsskador Frättnings- och urlakningsskador Lokala slaghål och gjutfel
Sprickor och fogar	Konstruktiva sprickor Torkningssprickor (genomgående krympsprickor) Ytsprickor, krackelering Fogskador
Ytbehandling och färgskador	Damning Färgavflagning
Konstruktiva fel och utförande	Otillräcklig bärförmåga Svackor och ojämnheter Felaktigt eller otillräckligt fall

Tabell 1. Skadeformer vid betonggolv.

en sammansatt skadebild, där flera av de angivna skadeformerna förekommer.

Ytterligare en orsak till lagningar av betonggolv har man, när den färdiga ytan uppvisar stora ojämnheter och svackor eller otillräckligt fall mot golvbrunnar eller dylikt. Slutligen är problemen i många avseenden likartade i samband med pågjutningar av rent konstruktiva skäl, när golvets bärförmåga är otillräcklig. Fordringarna till pågjutningens vidhäftning mot underlaget blir emellertid speciellt höga, när man önskar fullständig statisk samverkan mellan underlaget och det pågjutna skiktet.

2. Skadans orsak och omfattning.

Som en första naturlig åtgärd, innan man väljer reparationsmetod och sätter igång ett reparationsarbete, måste man utföra en noggrann utredning av skadans karaktär, orsak och omfattning, varefter fordringarna till reparationen kan fastställas.

Som huvudgrupper av skadeorsaker har man följande:

1. Olämpligt konstruktivt utförande.
2. Olämpligt arbetsutförande.
3. För låg (eller felaktig) materialkvalitet i förhållande till påfrestningarna.

Under gruppen «konstruktionsfel» kan man t ex ha en felaktig fogutformning och fogplanering, vilket ger sprickor och fogskador, otillräcklig avledning av vatten och aggressiva vätskor, vilket ofta ger ytfrät-

ning och i vissa fall frostsador, eller för låg bär-förmåga, vilket ger sprickor och deformationer.

Konstruktionsfelen kan ofta vara svåra att avhjälpa i en färdig konstruktion, men en värdering av konstruktionens lämplighet måste under alla omständigheter utföras i samband med utredning av skadorna.

Under gruppen «utförandefel» har man exempelvis svaga och dammande ytskikt, ev med färgavflagnings- «bom» på tvåskiktsgolv med sliplag, krympsprickor och krackelering i samband med felaktigt utförd härdning o. dylikt. För låg eller felaktigt vald materialkvalitet i golven har man bl. a. samband med nötning- och slagsador på industrigolv eller kemiska angrepp på golv i kemisk industri.

Användning av icke-frostbeständig betong med på-följden saltnings- och frostsador, är troligen mindre aktuell för betonggolv men förekommer ofta på betongbeläggningar utomhus.

Användning av PVA-emulsioner i avjämningsbruk på golv i mycket fuktig miljö är även exempel på felaktigt vald materialsammansättning.

Ofta är skadeorsaken relativt enkel att fastställa, och man kan säga, att felen i många fall kan karakteriseras som grova eller svåra att fullständigt undvika utan speciellt noggrant arbetsutförande (som vid pågjutning av slitlag).

Då och då kan man emellertid även få mera svårförklarliga skadefall, som närmast måste kallas «olycksfall», som t ex när man får fel i cementet eller ballastmaterialet. En noggrann förprovning kan möjligen eliminera denna felkälla.

3. Val av reparationsmetod.

3.1. Aktuella metoder

De nämnda formerna av skador för i princip fram till någon av följande reparationstyper:

A. Pågjutning eller hålfyllning

B. Sprick- eller fogreparation

- Endast med tätande funktion
- Återgivande av strukturellt samband

C. Ytbehandling

De reparationsmetoder man har att välja mellan för de olika typerna av reparationer är i huvudsak följande:

A. För pågjutning eller hålfyllnad:

- konventionell pågjutning med användning av vanligt betong eller cementbruk.
- Användning av olika former av plaster som vidhäftningsförbättrande medel, eller lim i

fogar mellan gammal och ny betong (typ PVA-emulsion eller Epoxilimning).

- Användning av plast-cementbruk som bindemedel i pågjutningsbetongen för att förbättra denna (typ PVA-emulsion.)
- Användning av plastbetong som pågjutningsskikt, där cementet fullständigt ersättes med plast som bindemedel (typ Polyester-betong eller Epoxibetong).
- Användning av specialbeläggningar som bygger på en kombination av asfaltemulsion och cement som bindemedel (typ «Flintcote»).
- Användning av asfalt i lagningen.

B. För sprick- eller fogreparationer:

- För enbart tätande ändamål lagas dessa genom uppmejsling eller uppsågning av spår, varefter dessa förseglas med någon fogfyllningsmassa (typ Polysulfidgummi).
- För återgivande av strukturellt samband i en spricka har man som säkraste möjlighet injektering med högvärdig härdplast (typ Epoxi).

C. Ytbehandling

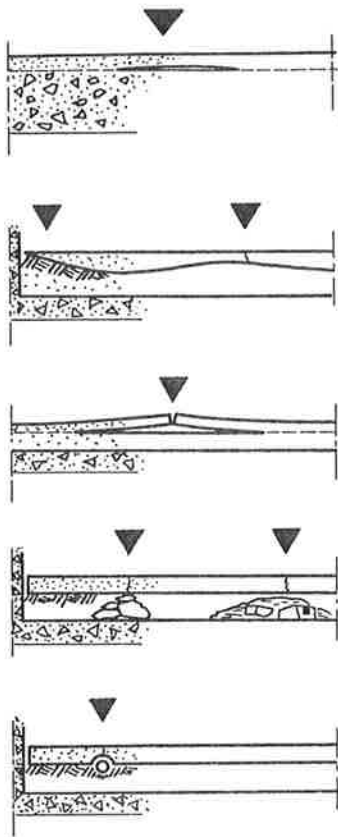
För ytbehandling av dammande och nötningssvaga golv eller golv med färgavflagnings finns i marknaden ett stort antal olika kemiska preparat och bstrykningsmedel. En huvudförutsättning för att man skall få någon förbättring genom dessa medel eller målning, är emellertid att man avlägsnar det svaga skiktet (laitance-skiktet) på ytan genom maskinslipning, syrtvättning eller annan lämplig metod.

3.2. Val av metod

Man kan ej generellt ange vilka metoder som bör väljas för olika typer av lagningar, utan det blir en avvägningsfråga från fall till fall. Här kan endast ges några kommentarer till de värderingar man måste göra vid varje val:

- Lagningens omfattning och pågjutningens tjocklek. För stora lagningar med skiktjocklekar > 3 cm är konventionell pågjutning med betong den billigaste, medan man vid tunna pågjutningar eller punktlagningar, där materialkostnaderna ej väger så tungt, snabbare och säkrare kan få bra resultat genom användning av någon specialmetod.
- Fordran på kort stilleståndsperiod. Där man önskar använda det lagade golvet efter kortast möjliga tid, kan det löna sig att använda plastbetong i lagningsskiktet.
- Tillgång på specialutrustning och specialutbildat folk. De nyare metoderna förutsätter specialutbildat folk vid lagningarna, medan man å andra sidan i

Vanliga fel



Orsak

Starvig eller otillräcklig slarning och/eller rengöring av underlaget kan lätt ge bom.

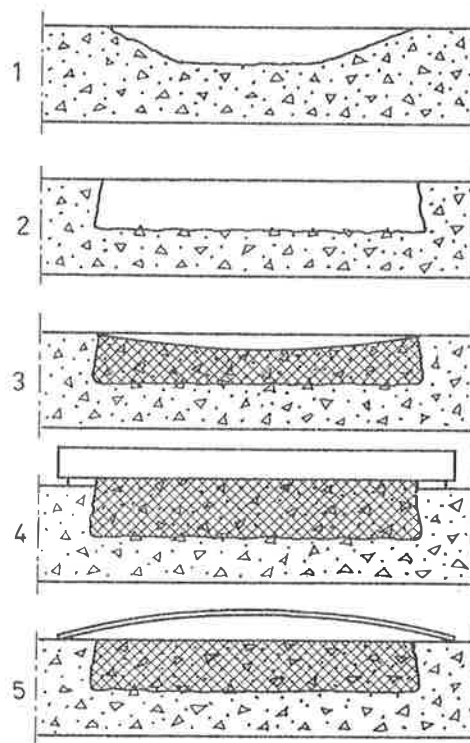
Ojämnt betongunderlag eller ojämn, dåligt komprimerad fyllning ger ojämnt tjockt betonggolvet och sprickor.

Tvåskiktsgolv med väsentligt olika betong i båda skikten. Krympning ger sprickor och bom.

Byggnadsmaterialrester som "gömts" i fyllningen kan ge sprickor i golvet och utgöra "ljudbryggor" som försämrar stegljudisoleringen.

Högt liggande värmeledningsrör utgör, speciellt när värmen är påsläppt, farliga sprickanvisningar för det färska golvet.

Fig. 1.
Vanliga fel på betonggolvet
(enl. Svenska Cementföreningen/1962.)



Lagning får ej ske direkt i potthålet med dess svagt lutande kanter.

Ett minst 25 mm djupt lagningshål med "laxade" kanter skall upphuggas.

Felaktig avdragning och förtidig bearbetning ger "konkav" yta.

Korrekt avdragning och bearbetning efter 1½ tim ger plan yta.

6-8 mm plåt lämplig såsom körskydd under härdningstiden.

Fig. 2.
Lagning av hål i skadade betongytor (enl. Modern Betonggolveteknik / 1964.)

vissa fall kan klara sig med en något enklare förarbetning av den gamla betongytan.

d) Fordringarna till lagningens vidhäftning.

Om man har måttliga krav på lagningens vidhäftning och beständighet, är det tillräckligt med konventionell pågjutning eller användning av enklare plast-cementbruk som inslammningsbruk. Fordrar man däremot garanti för full vidhäftning är den säkraste metoden klistring med epoxiplast.

e) Övriga fordringar på det färdiga golvet.

Speciella fordringar som hög beständighet mot vissa kemikalier, vattenbeständighet, högt nötningsmotstånd, halksäkerhet o s v, är i många fall avgörande vid valet av lagningsmetod.

4. Pågjutningar och hålfyllningar.

Efter att man har fastställt skadans orsak och omfattning och antingen eliminerat orsaken, om det är möjligt, eller modifierat fordringarna så att lagningsmetoden väljs efter påfrestningarna, är det en rad arbeten, som i stort sett är generella för dessa typer av reparationer.

4.1. Borttagning av skadad eller dålig betong.

Rengjøring.

Det borde vara självklart att all skadad eller dålig betong avlägsnas, så att man har en frisk yta i underlaget, innan man påför ett lagningskikt. Hur mycket betong man skall ta bort bestäms även av att man bör föredra ett i det närmaste jämnt underlag och rena avgränsningsytor, så att man får ett någorlunda jämntjockt skikt över hela lagningen. Varierande tjocklek i lagningskiktet ökar risken för krympningsprickor, se fig. 1. Kanter och hörn anpassas efter existerande fogar i golvet och avgränsningskanterna bör i princip vara rätlinjiga och ungefär vinkelräta mot ytan. Vid hållagningar bör de dock luta något utåt ned mot hållets botten (hålen utvidgas mot botten) med avrundning i bottenhörnen (fig. 2). Sågning med betongsåg av avgränsningsytorna anses ge mycket bra resultat.

Utöver den skadade och dåliga betongen är det även av stor vikt att förorenad betong, t ex fett- och oljefläckar avlägsnas genom mejsling eller liknande metod.

Vid borttagningen av den gamla betongen kan man för mindre hål och lokala skador använda handverktyg som kryssmejslar eller spetsmejslar samt stålborstning, men för större ytor används vanligen tryckluftsvärktyg.

Fig. 3 visar bearbetning av en betongyta med en specialmaskin med hårdmetallkrona, som samtidigt slår och roterar. Örbom, 1962.

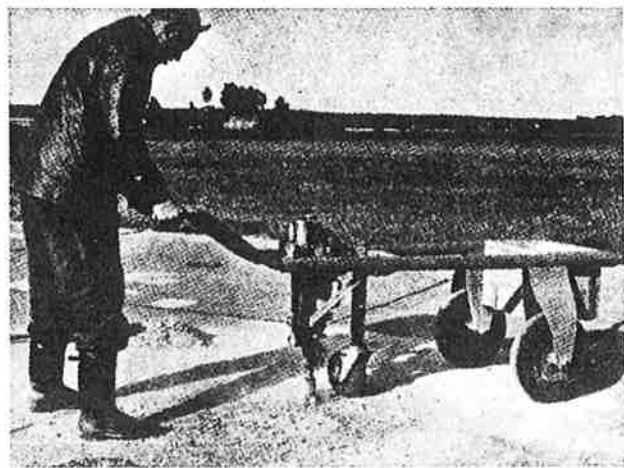


Fig. 3. Bearbetning av ytan med tryckluftsvärktyg (enl. Örbom / 1962).

Som kontroll på att all dålig betong är avlägsnad, är det i normala fall tillräckligt med okulär besiktning samt knackning med mejsel och hammare. Ev. kan man i speciella fall undersöka om den rensade betongytan har tillräcklig hållfasthet genom att utföra rena dragprovningar enligt samma princip som används vid provning av pågjutningens och ytskiktets vidhäftning, den s k «Hindersons metod», fig. 4. Fordringen till underlagets draghållfasthet vid provning enligt denna metod bör vara minimum 10 kp/cm². Dragkroppen klistras på betongytan med epoxiplast.

När man har en mera ytlig upprensning av den gamla ytan som när det rör sig om avlägsning av dammande ytskikt, gjuthud, rester av härdningsmembraner, trafikfilm o s v, kan man använda metoder som maskinslipning (roterande karborandumskiva eller diamantslipning), maskinstålbortstning, sandblästring eller syratvättning.

Betr de mekaniska metoderna är det något omdiskuterat huruvida man skall använda våta eller torra metoder. De våta metoderna är att föredra ut arbetshygienisk synpunkt, men flera hävdar att torra metoder är mera effektiva, eftersom vattnet gör att dammet fastnar i ytan.

Syravättning ger bra resultat men måste användas med försiktighet så att skador undviks. Normalt används saltsyralösning i 5—10 %-ig koncentration. Innan syran påförs ytan skall betongen vara vattnad

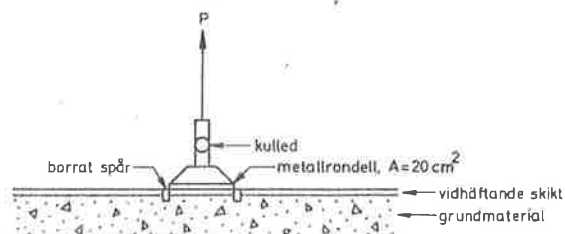


Fig. 4. Bestämning av vidhäftning enl. «Hindersons» metod.

för att hindra att syran sugts ned i betongen. Lösningen borstas ymnigt över ytan och får verka några minuter, varefter man utför en omsorgsfull vattenspolning i minst två omgångar.

Efter bearbetningen av ytan måste man utföra en mycket omsorgsfull rengöring och få bort allt damm och alla lösa partiklar. Kravet är alltså att ytan skall vara så ren som möjligt. För att uppnå detta kan man exempelvis använda renblåsning med tryckluft eller sopning och dammsugning (industridammsugare). Vattenspolning anses icke ge bra resultat. Örbom 1962. Vid tryckluftsblåsning är det viktigt att utrustningen är försedd med olje- och vattenavskiljare för att hindra förorening av ytorna.

Innan rengöring verkställs måste även förberedande arbeten som ev. formbyggen och fogarbeten utföras, så att man efter rengöringen kan täcka till och stänga av ytan, så att den skyddas mot nedsmutsning.

4. 2. Ytans fukttillstånd

Fortfarande finns det i arbetsbeskrivningar och anvisningar för pågjutningar av slitlag och reparationer krav på att ytan skall vattnas i upptill flera dygn, innan pågjutningen. Det anges riktigt nog i de flesta fall även att det inte får finnas fritt vatten i form av vattenpölar på ytan, men genomgående kvarstår dock det intrycket att omsorgsfull vattning är av avgörande betydelse. Motiveringen för kravet om vattning har varit dels att man önskade så likformig krympning av ytskiktet och underlaget som möjligt för att reducera spänningarna i fogen, dels att man ville undvika att stark sugning av vatten från den nya betongen närmast fogen skulle göra förbandet poröst och svagt.

Det är emellertid troligt att dessa starkt understrukna krav om vattning i många fall har varit medverkande orsak till «bom» genom att vattningen har blivit för omsorgsfullt utförd. Alla nyare undersökningar som förf. har haft tillfälle att studera understryker nämligen starkt den stora vikten av *upptorkning av ytan*, innan inslamning och pågjutning utföres. Hur lång tid upptorkningen skall utföras beror på lagningsmetod och torkningsförhållanden, men stort sett kan kravet formuleras så, att man skall ha en yt-torr, något sugande yta. Detta uppnås i de flesta fall genom att man avbryter vattningen (som måste utföras, om den gamla betongen är starkt uttorkad) c:a ett dygn innan pågjutningen. Vid nyare lagningsmetoder med t ex limning med epoxiplast fordras ofta, att man kontrollerar att ytan är tillräckligt torr. Man har t ex vid några reparationsarbeten för Väg och Vatten (Persson, 1963), satt kravet till max 5 % fukt i ytan bestämd enligt kalciumkarbidmetoden på lossmejslade bitar. De risker man tidigare ansåg att en torr yta kom att medföra motverkar man dels genom en lämplig inslamning eller annan behandling

av ytan, dels genom att använda styvare pågjutningsbruk i samband med maskinell eller annan kraftig bearbetning.

4. 3. Insamning eller klistring

Efter att ytan har förbehandlats noggrant enligt ovanstående, bör man vid alla pågjutningar preparera ytan genom inslamning eller påföring av något lämpligt klister omedelbart innan lagningsbruket påförs. Huruvida man skall använda inslammingsbruk eller använda ett rent klistringsförfarande beror dels på fordringarna på vidhäftningshållfasthet och önskemålen om säkert förband, dels på lagnings omfattning och karaktär (kostnadsfrågan).

Vid förhållandevis stora, omfattande lagningar i form av pågjutningar, där fordringarna på vidhäftningshållfasthet är måttliga (man fordrar t ex ej fullständigt statisk samverkan mellan skikten), uppskattningsvis c:a 10 kp/cm² vid rena dragprov, är det oftast tillräckligt med en inslamning med rent cementbruk. Betr sammansättningen av bruket så varierar uppfattningarna ganska starkt vad avser blandningsförhållandet cement och sand, men man är överens om att inslamning med enbart cement och vatten icke bör förekomma. Inslammingsbruket bör i princip ha ungefär samma vattencementtal som pågjutningsbruket och konsistensen skall vara som tjockt flytande välling, så att bruket kan inarbetas väl i underlaget. Blandningsförhållandet får varieras efter pågjutningsbrukets kvalitet mellan c:a 1:1 till 1:4 räknat som vikttdelar cement och sand. Lämplig maximal stenstorlek anges oftast som 3—4 mm och graderingen bör vara som för vanlig välgraderad gjutsand.

Inslammingsbruket kan även tillsättas vissa plastemulsioner för att ge säkrare vidhäftning mellan pågjutning och underlag, och det finns i marknaden ett stort antal olika fabrikat sådana emulsioner. Nästan alla dessa tillsatsmedel är vattenemulsioner baserade på polyvinylacetat (PVA), men efterhand kan man vänta, att även andra typer dyker upp allt mer.

Ett gemensamt drag för alla plastleverantörer är deras stora optimism betr medlens i det närmaste obegränsade användningsmöjligheter, samtidigt som det i de allra flesta fall finns mycket få — eller inga — fakta som ger grundlag för denna stora optimism. Tvärtom tyder utförda undersökningar på att fördelarna är begränsade, och att man vil fel användning av plaster har stora risker för att få en försämring av förbandet i stället för en förbättring. Använda på rätt sätt ger dessa tillsatser emellertid något större säkerhet mot misslyckade pågjutningar än användning av rent cementbruk. De ger dock inga större möjligheter till minskning av kraven på noggrant arbetsutförande och omsorgsfull förbehandling av underlaget.

Inslamning med enbart ren PVA-emulsion ger ett mycket svagt och känsligt förband, och måste bestämt avrådas från. Skall man använda dessa typer plasttillsatser, skall det vara som tillsats till cementbruk av samma typ som ovan genom att blandningsvattnet delvis ersätts med plastemulsion.

För både inslamning med rent cementbruk och plasttillsatt cementbruk gäller att bruket noggrant skall inarbetas i underlaget under påföringen. Lämpligt tillvägagångssätt är att man fördelar bruket i ett jämnt lager av 2 à 3 mm tjocklek, varefter det arbetas in i ytan genom intensiv borstning i olika riktningar med t ex en styvborstad piassavakvast. Det är vidare mycket viktigt, att pågjutningsbruket påförs så snabbt som möjligt efter att ytan har behandlats med inslamningsbruket. Bruket får under inga omständigheter torka ut, så att det t ex ändrar färg till mera ljusgrått. Inslamningen måste således ske i det närmaste omedelbart före påföringen av ytskiktet.

Om de ovan nämnda förarbetena utförs noggrant kan man med dessa metoder uppnå vidhäftningshållfastheter som vid rena dragprovningar är tillräckligt höga för att brottet ofta sker som dragbrott i betongen och icke som brott i fogen. I tabell 2 visas t ex några provningsresultat från undersökningar utförda vid Cement- och Betonginstitutet i Stockholm, Lundström/1965, där olika inslamningsbruk och förbehandlingsmetoder har provats. Vidhäftningsvärden av storleken 15 kp/cm² och högre motsvarar att brottet huvudsakligen skett som dragbrott i betongen.

Att man vid de använda provningsmetoderna, som i princip är rena dragprovningar med små utsågade eller utborrade provkroppar vinkelrätt mot under-

Inslamningsbruk	Vidhäftningshållfasthet kp/cm ² Ytans behandling innan beläggning			
	VM	VB	TM	TB
PVA - emulsion	6,0	—	—	—
Cementbruk + PVA - emulsion	17,6	—	13,5	—
Cementbruk	12,4	1,5	16,0	3,3
Epoxi - plast	—	—	17,9	17,7

Ytans behandling innan beläggning:

V anger 2 dygns vattning följt av en natts upptorkning

T anger 2 3 dygns upptorkning

M anger maskinborstning med stålborste

B anger handborstning med kvast (sopning)

Tabell 2. Vidhäftning med olika former av inslamningsbruk och ytbehandlingsmetoder (enl. LUNDSTRÖM /1965)

laget, fått brott i betongen och icke i fogen, innebär emellertid icke att man med säkerhet har eliminerat fogen som den svagaste länken i konstruktionen. Denna typ av provning får nämligen icke med inverkan av de skjvuspänningar man får i fogen genom krympningen av den pågjutna betongen. Detta har undersökts av Buö/1965, som böjprovade armerade balkar med pågjutningsskikt, som dels klistrades med epoxilim, dels pågöts efter noggrant utförd cementinslamning, se fig. 5. För cementinslammade balkar skedde brottet primärt som skjvubrott i fogen mellan underlaget och pågjutningsskiktet, medan epoxilimningen gav brott som motsvarade brott i en homogen, armerad betongbalk av samma typ.

Vid reparationer och pågjutningar, där man ställer speciellt höga krav på vidhäftningen, bör man använda klistring med epoxiplast. Epoxi är en härdplast, som normalt fås som två- eller flerkomponent system, där huvudkomponenterna är ett flytande

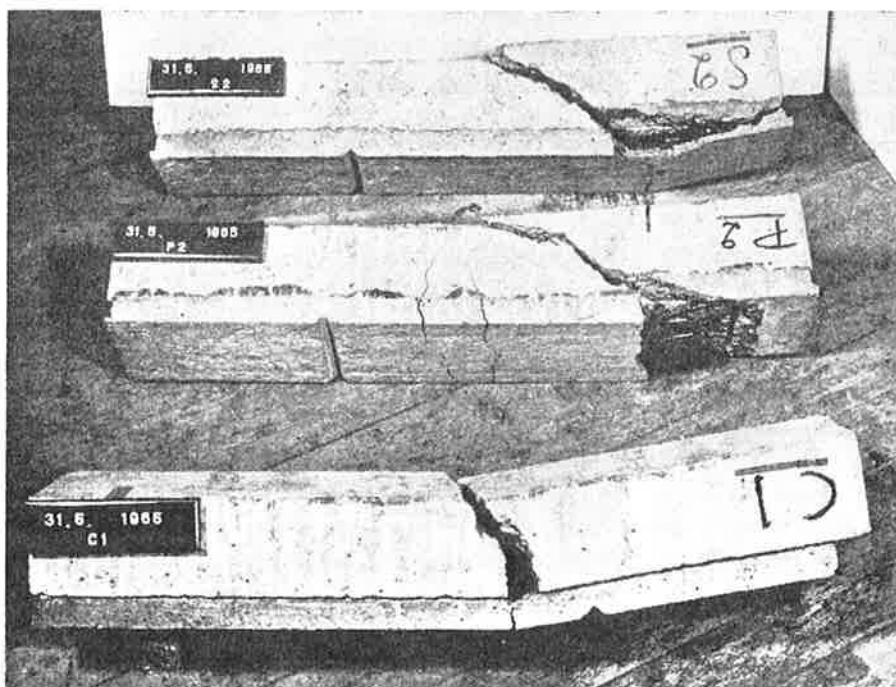


Fig. 5.

Ytskiktsbelagda balkar efter böjprovning. Ytskiktet pågjutna enligt tre metoder:

C 1. Cementbruksinslamning

P 2. Epoxi-limning

S 2. Modifierad epoxi-limning (BUÖ / 1965).

epoxiharts och en härdare (polyaminer, polyamider eller anilinaldehyd). Den färskaste plastblandningens viskositet kan varieras inom vida gränser genom tillsats av olika mängder fyllmedel, och den härdade plastens egenskaper kan modifieras genom bl a tillsats av mjukgörare i form av polysulfidgummi (tio-koll) eller andra utprovade tillsatser (exempelvis tjära). Epoxi lämpar sig utmärkt som klister genom att den har en mycket god vidhäftning mot de flesta material. Dess goda egenskaper som klister i samband med betong är mycket väl dokumenterade både genom försök och praktisk användning. Vid användning som klister för färsk betong mot härdad betong är det viktigt, att man använder en icke-fuktkänslig härdare, samt att pågjutningsbruket är så torrt som bearbetningsmetoden tillåter.

Kravet på underlaget är i princip det samma som för övriga lagningsmetoder vad beträffar sundhet och renhet. Man kan troligen jämka något på kravet om kraftig maskinell borstning eller upprivning av ytan för att få god vidhäftning, men man bör ha en torr yta, om man fordrar full effekt av klistringen. En starkt uttorkad yta bör «primerbehandlas» med epoxi utspädd med lösningsmedel, varefter man väntar $\frac{1}{2}$ —1 dygn, så att lösningsmedlet har avdunstat, innan limskiktet (som ej får innehålla lösningsmedel) stryks på.

Även här måste givetvis pågjutningsskiktet läggas på och bearbetas, innan plasten hårdnat. Användbarhetstiden (a.b-tiden) för plasten efter att härdaren tillsatts, varierar med bl a härdaretyp, temperatur och satsstorlek, och bör alltid uppges av materialleverantören så att lämpliga satsstorlekar kan blandas. Underlagets temperatur bör ej vara lägre än $+ 10^{\circ}\text{C}$ vid påstrykningen av plasten.

Lämpliga verktyg vid påstrykningen är vanlig målarutrustning såsom penslar, roller, kvastar o dyl. Verktyg och blandarkärl måste rengöras omedelbart efter användningen, innan plasten hårdnat. För stora ytor används även sprutning med tryckluftutrustning.

Limåtgången vid limningar efter denna metod varierar med ytornas utseende, för mycket skrovliga ytor bör man räkna med c:a 500 gr/m^2 , medan man vid slätare ytor kan reducera mängden nedåt till min 200 gr/m^2 .

4. 4. Olika typer av pågjutningsbruk

Valet av pågjutningsbruk och brukets sammansättning bestäms av bl a pågjutningsskiktets tjocklek och fordringarna på den färdiga lagnings egenskaper i fråga om hållfasthet och beständighet mot olika former av påfrestningar. Vid reparationer av betonggolvar har man att välja bland följande alternativ:

4. 4. 1. Vanlig betong eller bruk

För mera omfattande lagningar i skiktjtjocklekar 3 cm eller större är det i de flesta fall det billigaste alternativet att utföra lagningen med vanlig betong efter samma riktlinjer som när man utför slitlag av betong. Utförandet av slitlag behandlas mera ingående i annat föredrag och för mera detaljerade riktlinjer hänvisas till detta föredrag.

4. 4. 2. Betong eller bruk tillsatt PVA-emulsion

Under vissa förutsättningar kan pågjutningsbrukets egenskaper förbättras genom tillsats av PVA-emulsion. Härigenom uppnås bl a en ökning av brukets draghållfasthet och brottöjning, vilket resulterar i en minskning av sprickrisken samt en ökning av ytans avnöttningsbeständighet och slagseghet. Tillsats av PVA-emulsion förutsätter torr miljö och snabb uttorkning för att de gynnsamma effekterna skall uppnås. De anses vara speciellt lämpliga vid pågjutningar av tunnare lagningskikt. För närmare information hänvisas även här till specialföredrag om användning av PVA-emulsioner.

4. 4. 3. Plastbetong

Med plastbetong menar man en betong, där man i stället för cement använder härdplast som bindemedel. De för närvarande aktuella plasttyperna för plastbetong är vissa polyester och epoxiplaster. Betr polyester kan sägas, att polyesterbetong har mycket goda hållfasthetsvärden och i detta avseende väl kan jämnställas med epoxibetong. Fortfarande råder dock stor tveksamhet betr polyesterbetongens beständighet i kontakt med vanlig betong, i synnerhet om miljön är fuktig. På grund av denna osäkerhet vågar man ej rekommendera polyesterbetong till användning vid viktigare lagningar förrän man genom mera omfattande undersökningar fastställt polyesterskiktets beständighet i kontakt med betong. Eftersom polyester är väsentligt billigare än epoxi är det önskvärt att få dess funktionsduglighet som bindemedel i plastbetong för betongreparationer ytterligare undersökt.

Epoxibetong har i väsentligt större omfattning utprovats för betonglagningar och dess beständighet vid användning tillsammans med vanlig betong är väl dokumenterad.

Vid tillverkning av den färskaste blandningen används ren, yttorr sand, välgraderad enligt vanliga regler för sand till cementbruk. Maximala stenstorleken avpassas efter lagningskiktets tjocklek. Exempel på lämplig sandgradering med maximal stenstorlek 4 mm resp 7 mm visas i fig. 6. Blandningsförhållandet plast:sand kan väljas i området 1:5—1:8, vilket ger en plaståtgång på c:a 11—17 % räknat på totala vikten. Man bör ej gå lägre med plastmängden, eftersom detta ger plastunderskott och ett poröst bruk. I fig. 7

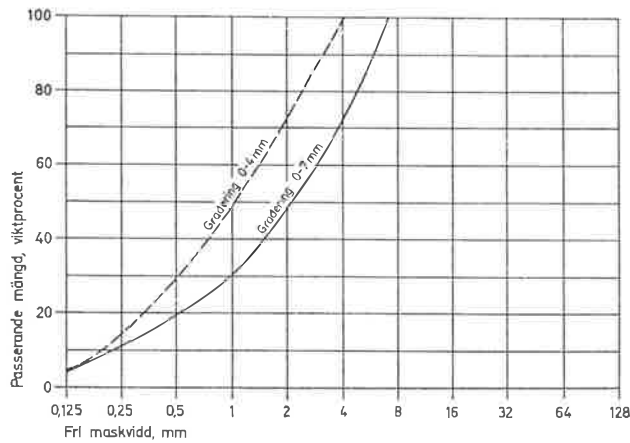


Fig. 6. Exempel på lämplig sandgradering för ballast till epoxibetong (max. stenstorlek 4 resp. 7 mm).

och 8 visas exempel på tryckhållfasthet, böjdraghållfasthet, volymvikt och E-modul hos epoxibetong i olika blandningsförhållanden (enligt en tysk undersökning). Hållfasthetsvärdena är av sådan storleksordning att stenmaterialets egen hållfasthet kan bli avgörande för brukets hållfasthet. För att få optimal nytta av plastens egenskaper fordras det således att endast sunda ballastmaterial med goda hållfasthetsegenskaper används.

I samband med påförningen av epoxibetongen gäller att man även här bör utföra en klistring med ren epoxiplast, eller ev tiokoll-mjukgjord epoxi samt att kraven på underlagets förbehandling är i det närmaste desamma som tidigare. För att man skall få ett tätt,

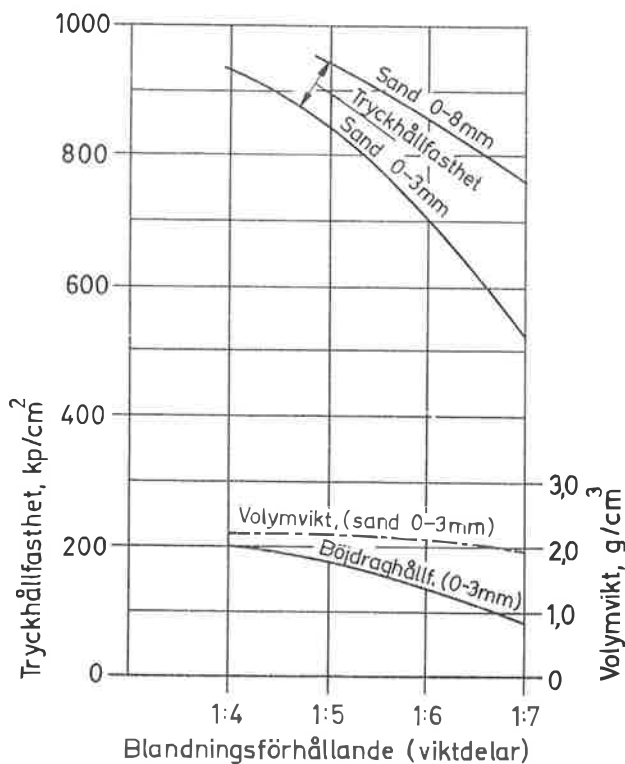


Fig. 7. Tryckhållfasthet och böjdraghållfasthet för epoxibetong efter 3 dygn. (10 cm kuber och prismor » 4×16 cm).

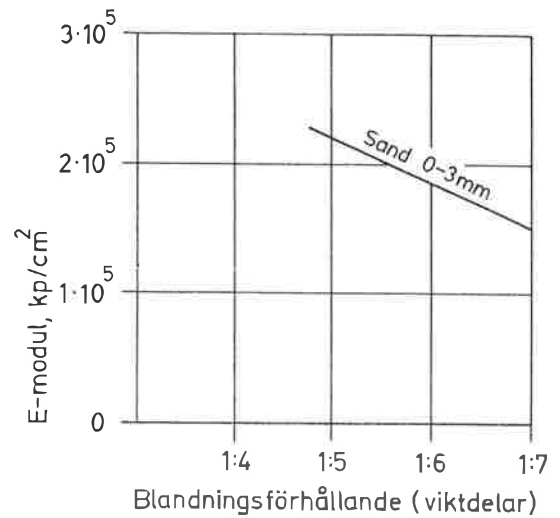


Fig. 8. E-modul hos epoxibetong (bestämd på cylindrar $\varnothing 15/30$ cm).

homogent lagnings-skikt fordras en omsorgsfull packning och bearbetning av epoxibetongen. Ytfinishen kan utföras på vanligt sätt med brädrivning eller stålglättning. I samband med glättningen av ytan kan man även utföra en ytstrykning med ren epoxi och borsta in sand i detta ytskikt för att uppnå en halkfri yta.

Bearbetbarheten av epoxibetong är beroende av fyllmedelshalten på så sätt, att vid låg fyllmedelhalt, < c:a 70 %, flyter blandningen lätt ut, eftersom man har stort överskott av plast. Från c:a 70 %—80 % fyllmedelhalt är blandningen förhållandevis klabbig och svårarbetad, medan den vid högre fyllmedelhalter blir lättare att lägga ut. Hög fyllmedelhalt ger emellertid risk för ett poröst skikt genom att man kan få underskott på plast i bruket.

Olika metoder att förenkla utläggningen har provats, som t ex att man först lägger ut ett bruk med c:a 95 % fyllmedelhalt, varefter det utlagda skiktet påförs ren plast, som tas upp av skiktet intill mättnad nås och plasthalten blir den föreskrivna (Persson/1963).

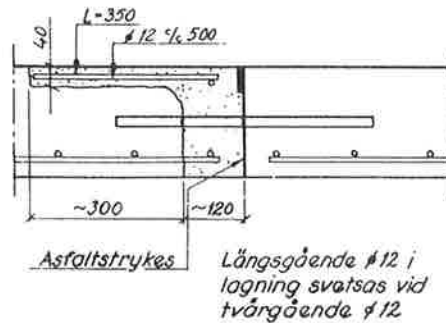
Det är emellertid något osäkert om man härvid får full inträngning genom hela skiktet, och denna metod bör därför användas endast vid tunna skikt.

Fördelarna med epoxibetong i jämförelse med vanlig cementbetong är de mycket goda hållfasthetsegenskaperna och god kemikaliebeständighet samt vad som i många fall är avgörande — en mycket snabb hållfasthetsutveckling. Härdningstiden varierar med bl a temperatur, skiktjocklek och härdaretyp, men i vanliga fall har man redan efter ett à två dygn tillräcklig hållfasthet för att lagningen kan utsättas för de aktuella påfrestningarna.

Den största nackdelen med denna typ betong är framförallt det höga priset. Man kan uppskattningsvis

Spricka högst 10cm från fog

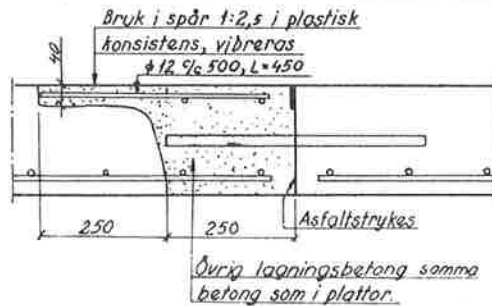
Plan



Sidoytorna uppruggas från spårets botten till 1cm från bl:s överyta



Spricka mer än 10cm från fog



Efter all uppmejsling renblåses med tryckluft

Mot uppmejslade ytor "intvålas" med bruk, helst plastcementbruk (ej mot fogyta).

Alla lagningar hålles fuktiga minst ett dygn, varefter de besprutas med Daroseal.

Före uppbyggnaderna (ej spåret) uppsågas 20mm djupa spår, så att rako och hela kanter erhålles.

Spåret uppsågas till fullt djup.

Fig. 9.
Reparationsmetod för fogar.
Använd vid Arlanda flygfält
(Hallström / 1962).

räkna med att epoxibetong blir c:a 100 ggr dyrare än vanlig cementbetong, och det gör att användningsmöjligheterna blir starkt begränsade av rent ekonomiska skäl. Det kan i många fall bli billigare att mejsla bort mera betong, så att lagningen kan utföras på rent konventionellt sätt. För tunnare lagningar och lagningar, där materialkostnaderna är av underordnad betydelse samt lagningar, där man fordrar full hållfasthet efter mycket kort tid, kan det emellertid vara lönande att använda denna typ av lagningskikt.

4.4.4. Betong eller bruk tillsatt asfaltemulsion

En något billigare form av ytskikt för tunnare lagningar och på-gjutningar har man i skikt av vanligt cementbruk tillsatt asfaltemulsion. En beläggning av denna typ som i viss mån provats i Sverige, består av cementbruk 1:4 (volymdelar) tillsatt 2 volymdelar asfaltemulsion («Flintcote»). Vid påläggning av detta bruk används inslamning med asfaltemulsion som vidhäftningsförbättrande medel. Fordringarna på underbehandling av underlaget är desamma som nämnts tidigare. Detta lagningsbruk ger ett ytskikt med något mera plastiska egenskaper än rent cementbruk och blir s a s något mitt emellan asphalt och cementbruk. Egenskaperna av beläggningen har veter-

ligt ej utprovats i någon systematisk laboratorieundersökning, men vid ett fältförsök, som utfördes vid Statens Lantbruksbyggnadsförsök i Lund, där denna metod provades i jämförelse med bl a. cementbruk med tillsats av olika PVA-preparat, var resultatet lovande och motiverar ytterligare undersökningar av denna brukstyp. (Hedré/1965).

4.5. Härdning av lagningarna

Det är viktigt att det nygjutna lagningskiktet härddas omsorgsfullt för att reducera sprickrisken och ge ytan de fordrade egenskaperna. Man måste emellertid i hög grad anpassa härdningsmetoden efter sammansättningen i bruksskiktet. Ren cementbetong eller bruk måste skyddas mot uttorkning och vattenhärdas på vanligt sätt, medan man vid bruk med PVA-tillsats måste undvika ren vattenhärdning och i stället skydda den nygjutna lagningen mot för snabb uttorkning genom att täcka ytan med plastfolie eller dylikt. Epoxibetong fordrar ingen speciell härdningsåtgärd, men lagningen måste skyddas mot nederbörd och åverkan det första dygnet. Härdningen kan emellertid påverkas genom värmebehandling (eller kylning), t ex täckning med svart polyetenfolie, infrastrålvärmare, varmluftbehandling o dyl.

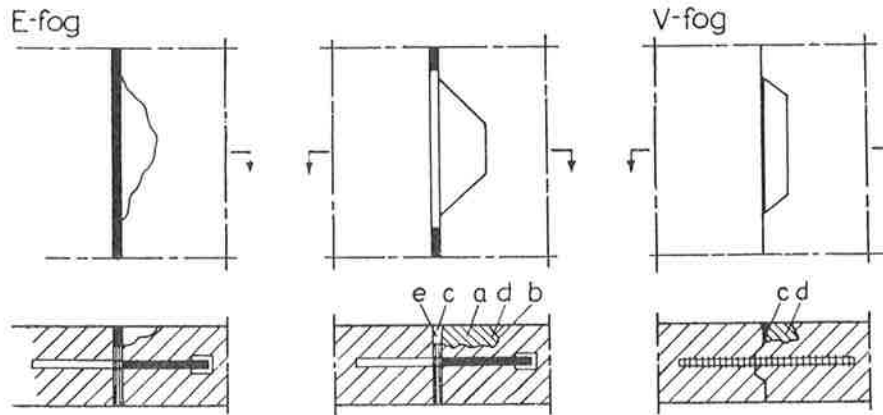


Fig. 10.
Lagning av spricka vid expansionsfog (E-fog) och vinkeländringsfog (V-fog).
a: Uppmejsling av skadstället.
b: Uppmejslingen utförs med förtagning i bakkant.
c: Gamla fogmassan tas bort och ersättes med trälist (E-fog) eller asfaltfilt (V-fog).
d: Den uppmejslade håligheten igjutes med styvt cementbruk (ev. med plasttillsats) och härddas.
e: Trälisten tas bort och spåret fylls med fogmassa (Asfalten kvarsitte (V-fog)).
(Örbom / 1962).

5. Sprick- och fogreparationer.

Huvudvikten av denna översikt ligger på behandlingen av de allmänna förutsättningarna för lyckade lagningsresultat vid olika metoder för pågjutningar. Mycket av det som redan sagts kan emellertid tillämpas även på reparationer av skadade fogar och sprickor, varför här endast kort skall ges ett par exempel på speciella lagningsmetoder för denna form av skador.

Reparationsmetoderna för skador invid fogar måste utarbetas så, att fogarna ej hindras i sin funktion. Fig. 9 visar exempel på reparation av skadade fogar vid betongbeläggningarna på Arlanda flygfält (Hallström, 1961), och fig. 10 och 11 visar exempel på reparationer av skador invid expansions- och vinkeländringsfogar (Örbom, 1962).

För sprickor är det i vissa fall tillräckligt med en lagning med enbart tätande funktion, medan man i andra fall fordrar en lagning som ger full vidhäftning för återställande av strukturellt samband. Fig. 12

visar en principskiss för lagning av en spricka med epoxiplast, och under förutsättning av rena och torra sprickväggar kan man räkna med att få full hållfasthet i lagningen. Plasten kan hållas i sprickan eller injekteras med tryckluftsutrustning. Lagningar, där enbart tätande funktion fordras, sker i princip efter samma förarbeten, men man använder i sådana fall vanliga fogfyllningsmassor, t ex polysulfidgummin eller gummi-asfaltmassor.

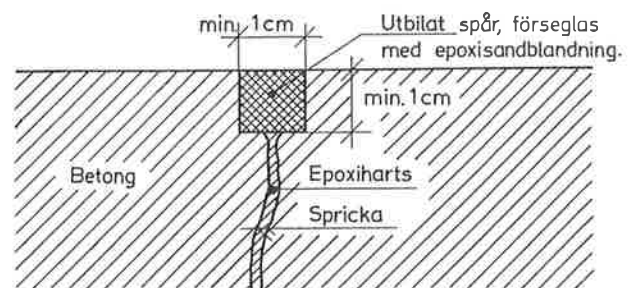


Fig. 12. Principskiss för lagning av spricka med epoxi.

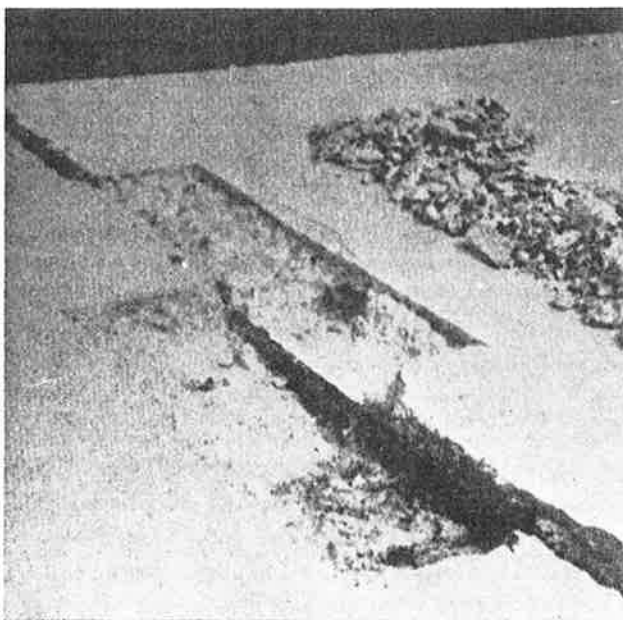


Fig. 11. Uppmejsling av skada vid fog (jfr. mom. a fig. 10). Rätlinjiga begränsningskanter. (Örbom).

6. Ytbehandling.

Som reparationsmetod kan ytbehandling bli aktuell antingen som åtgärd mot dammande och nötningssvaga golv och golv med färgavflagningar, eller när golven måste skyddas mot angrep och intränging av aggressiva kemikalier eller fukt (tätande ytskikt).

Om det vid svaga och dammande golv endast är ytskiktet som är svagt som följd av olämpligt förfarande vid slipningen, är det oftast tillräckligt med att avlägsna ytskiktet genom maskinslipning, sandblåstring eller syratvättning. Det svaga skiktet begränsas normalt till 0,5 å 1,0 mm tjocklek. Användning av enbart bstrykning med t ex fluateringsmedel el dyl kan ej anses tillräckligt som reparationsåtgärd, när man har starkt dammande och nötningssvaga golv. Målning av betonggolv ger förutom den rent estetiska effekten även en skyddande effekt, men en generell genomgång av problemen i samband med val av färgsystem för betonggolv faller utom ramen för denne uppsats.

Som avslutning skall emellertid ges några syns-

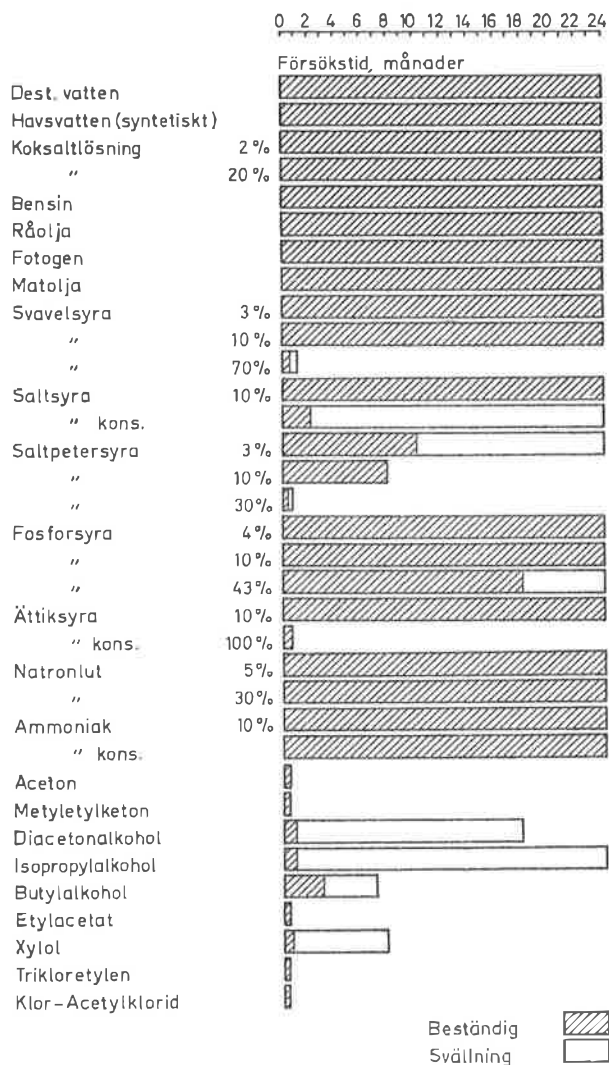


Fig. 13. Kemikaliebeständighet hos lösningsmedelfritt epoxisystem (utan fyllmedel). (Enl. Dunn och Mebes / 1963.)

punkter på användning av epoxiplast som skyddande ytskikt i samband med golv, som utsätts för starka kemiska aggressiver. Epoxiplasterna har, förutom de tidigare nämnda goda mekaniska och vidhäftande egenskaperna, även mycket god beständighet mot de flesta förekommande kemikalier och lämpar sig därför utmärkt som skyddande ytbehandling på betonggolv, där man har kemiskt angrepp. Fig. 13 visar exempel på kemikaliebeständighet för ett lösningsmedelfritt epoxisystem enligt en tysk undersökning (Dunn & Mebes, 1963). Fig. 13.

Detta gäller emellertid plaster utan fyllmedel, och man bör vara uppmärksam på att såväll fyllmedel som lösningsmedel (vanliga epoxilacker innehåller lösningsmedel) kan försämra beständigheten. När man skall utföra en ytbehandling av ett golv med epoxiplast är kraven på rent, sunt och torrt underlag desamma som nämnts tidigare under beskrivningen av klistringsförfarandet. Även här bör man bygga upp ytskiktet i flera omgångar, t ex enligt följande:

1. Primerbehandling (grundning) av ytan med en

epoxiblandning utspädd med c:a 10—15 % lösningsmedel (t ex aceton). Detta skikt arbetas noggrant in i ytan och får sedan stå över natten, så att lösningsmedlet avdunstar. Primerbehandling ger en tätning av underlaget och hindrar bl a att luft tränger upp i det tätande ytskiktet och förorsakar blåsor och porer i ytan.

2. Ytbehandling i tre omgångar med c:a 3—4 timmars uppehåll mellan varje strykning. Vid ytstrykningen används en lösningsmedelfri epoxiblandning, eventuellt med tillsats av utprovad mjukgörare.
3. Om man fordrar en halkfri yta sprider man omedelbart efter sista plaststrykningen ett lämpligt sandmaterial (kvarssand eller motsvarande) över ytan (c:a 1—2 kg/m²). Sandens kornstorlek bör vara c:a 0,1—0,3 mm och sanden skall vara torr vid spridningen.

Materialåtgången vid ett ytskikt av den beskrivna typen beror på underlagets jämnhet, men skiktjockleken bör vara c:a 0,5—1,0 mm och detta ger en plaståtgång på c:a 600—700 gr./m² för släta ytor och upp till 1 000—1 500 gr./m² för skrovliga ytor.

7. Sammanfattning.

Uppsatsen omfattar en allmän genomgång och diskussion av förekommande metoder för reparation av skador på betonggolv. Inledningsvis ges en kort översikt över vanliga skador samt vilka värderingar som bör läggas till grund för val av reparationsmetod. Det understrykes vikten av en noggrann utredning av skadans karaktär, orsak och omfattning.

I avsnitt 4 ges en förhållandevis detaljerad genomgång av de olika stegen i de reparationer, som omfattar pågjutning och hålfyllning i samband med avflagningar, bom o dyl. Dessa skador anses utgöra huvudgruppen av förekommande skador. Kraven på förbehandlingen av underlaget diskuteras och det framhäves vikten av noggrann borttagning av skadad och dålig betong samt omsorgsfull rengöring av ytan innan pågjutning göres. Ytan bör vara yttorr och lagom sugande, och det bör utföras antingen inslamning med bruk eller klistring i samband med pågjutningen. Olika typer av pågjutningsbruk genomgås, speciellt behandlas användning av plastbetong.

I de två sista avsnitten ges några exempel på reparationer av sprickor och fogskador samt ytbehandling med bl a epoxiplast som skydd mot betongaggressiva ämnen.

8. Litteraturförteckning.

Warris, B. och Halvorsen, U. A.: Rapport betr. reparation av betongskador. Litteraturstudier (49 litteraturreferenser).

- CBI, Kontaktavdelningen, Rapport nr. 254, Stockholm 1964.
- Svenska Cementföreningen*: Betonggolv i husbyggnader. Informationsblad dec. 1962.
- Bährner, V.*: Modern betonggolvteknik. Svenska Cementföreningen 1964.
- Örbom, B.*: Betongbeläggningar. CBI, Kurs i betongteknik. Föredrag nr. 2, Stockholm 1962.
- Persson, S.*: Reparation av kantbalkar med epoxiplaster samt försök med fluateringsmedel å broar på veg E 4 vid Nyköping. Redogörelse, AB Armerad Betong, Malmö, 1963.
- Lundström, P. E.*: Användning av plast för betonggolv. Nordisk Betong nr. 3, 1965.
- Buö, F.*: Reparation av bjälklag. Sigtunastiftelsen. CBI Kontaktavdelningen, Rapport nr. 287, Stockholm 1965.
- Hedrén, A.*: Reparation av gamla betongytor. Försökssammanställning. Statens Lantbruksbyggnadsförsök, Lund, 1965.
- Hallström, P.*: Redogörelse för betongbeläggningarna på Arlanda flygfält 1958—1960. Cement och Betong nr. 2, 1961.
- Dunn och Mebes*: Neue Lösungsmittelfreie Epoxydharz-systeme für den Oberflächenschutz. Farbe und Lack, Bd 69, Mai 1963.