



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.



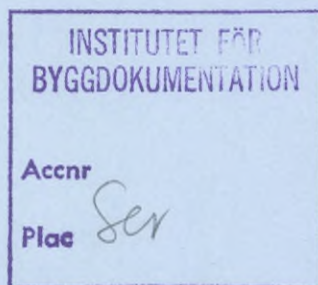
Rapport

R77:1987

Städbarhet hos golv

Några mätmetoder

Bengt Behre



*R
AM*

Byggeforskningsrådet

R77:1987

STÅDBARHET HOS GOLV

Några mätmetoder

Bengt Behre

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 860236-1 från Statens råd för byggnadsforskning till KTH, Arkitektursektionen, Konstruktionslära, Stockholm.

REFERAT

Som komplement till ett antal standardiserade mätmetoder för golvmaterials egenskaper behövs en metod för mätning av städbarheten. Med ledning av litteratur om rengöring, porositet, adhesion och andra berörda ämnesområden har en sådan metod föreslagits. För studium av parametrar, som kan påverka städbarheten, har bland förekommande metoder också skett ett urval efter deras förväntade lämplighet.

Projektet har föregåtts av en enkätundersökning, vars resultat anvisade vilka parametrar som är relevanta. Avsikten är att de utvalda mätmetoderna skall utnyttjas vid en kartläggning av hur parametrarna påverkar städbarheten och då främst vid tillämpning av torra metoder.

Rapporten redovisar främst avsnitt ur cirka 50 litteraturreferenser som har befunnits intressanta under sökningen efter sagda mätmetoder. Ett utkast till mätmetod för städbarhet presenteras också liksom ett urval av specifika mätmetoder för relevanta parametrar.

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

R77:1987

ISBN 91-540-4770-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1987

INNEHÅLL

DEFINITIONER	4
SAMMANFATTNING	5
1 INTRODUKTION	7
2 LITTERATURSTUDIUM	8
2.1 Golvrengöring och ekonomi	8
2.2 Absorption av föroreningar	8
2.3 Våt rengöring	9
2.4 Adhesion	12
2.5 Elektrisk uppladdning	13
2.6 Dammadhesion	13
2.7 Friktion	15
2.8 Ytkemi	16
2.9 Diskussion	19
3 BESTÄMNING AV TORR STÅDBARHET	23
3.1 Teoretisk ansats	23
3.2 Förberedande försök	24
3.3 Utkast till mätmetod	26
4 FÖRSLAG TILL SPECIFIKA MÄTMETODER	28
4.1 Porositet	28
4.2 Migrering	28
4.3 Identifikation av föroreningar	28
4.4 Golvmaterialets ytkaraktär	28
4.5 Friktion	28
LITTERATUR	29

DEFINITIONER

- STÄDBARHET** Graden av låg mängd arbete och andra resurser som behövs för att hålla en yta acceptabelt ren.
- RENGÖRBARHET** Graden av låg mängd föroreningar som en yta kvarhåller vid en bestämd nedsmutsning och en bestämd insats av arbete och andra resurser för att göra en yta ren.
- ADHESION** av ett ämne vid en yta:
Fenomenet att ämnet fäster vid och kvarhålls vid ytan. Adhensionskrafter verkar vinkelrätt mot ytan.
- FRIKTION** mellan ett städredskap och en golvyta:
Bromsning av ett redskap, med vilket föroreningar skall avlägsnas från ytan. Friktionskrafter motverkar att redskapet förs längs ytan och är beroende av adhesionen och av den kraft som redskapet belastar golvytan med vinkelrätt.
- ADSORPTION** av ett ämne vid en yta:
Fenomenet att ämnet ifråga (t ex vattenånga) får en högre täthet intill ytan (som i detta fall är hydrofil).
- ABSORPTION** av ett ämne i ett ytskikt:
Fenomenet att ämnet intränger i ytskiktets material. I porösa ytskikt används termen absorption när fasta partiklar och vätskor intränger i ytskiktets porer.
- Gaser och ångor säges vara adsorberade i porer medan de absorberas när de tränger in mellan molekylerna i åtminstone ytskiktets material. Även fasta och flytande ämnen kan absorberas på detta sätt.

SAMMANFATTNING

Litteraturen om städbarhet har i första hand studerats i syfte att finna vägledning till val av lämpliga mätmetoder för de egenskaper, som i en tidigare enkätundersökning befunnits vara väsentliga. Några ekonomiska synpunkter har inledningsvis relaterats för att belysa städbarhetens del av betydelsen för städkostnaderna. En viktig aspekt är att torra, manuella metoder som moppning är flerfaldigt snabbare än våta, manuella metoder. Av ekonomiska, ergonomiska, hygieniska och materialbevarande skäl bör därför de torra metoderna i största möjliga omfattning få bli tillräckligt effektiva genom att golvmaterialen anpassas.

Porositeten har omnämnts som en väsentlig motvikt till städbarheten och den bör undvikas vid val av golv eller åtgärdas genom utfyllnad av lämpligt slag. Mätning av porositet kan ske optiskt eller genom mätning av elektronstrålning, som utsänds från beryllium vid gammabestrålning. Absorption genom migrering till mjukgörare i plast bör likaså undvikas eller åtgärdas med skyddsskikt. Mätning kan ske optiskt efter användning av en pendelapparat för att alstra klackmärken.

Den rikligaste litteraturen behandlar våt rengöring. Däri påvisas t ex att smutsens adhesion blir starkare ju längre smutsen får sitta kvar på golvytan, att många golvs nötningshärdighet försämras av tvättmedel i allmänhet och speciellt av en grupp, som avses både kunna rengöra och ge skydd mot nedsmutsning, samt att graden av smutsighet inte kan bedömas visuellt tillräckligt noggrant utan behöver ske genom reflektansmätning.

Adhesionen av damm och andra torra partiklar är generellt mycket svårare ju smärre partiklarna är, utom när adhesionsmolekylära komponent är den helt dominerande orsaken. Elektriska krafter är dock tillsammans med kapillärkrafter vanligen de starkare orsakerna till adhesionen. Såväl partiklarnas som den ytligaste golvytans kemiska karaktär har den största betydelse för vilka adhesionskrafter som uppträder.

Dammadhesion kan vara mindre på hårdare ytskikt. När ytan är mjuk och plastisk ökar adhesionen med tiden genom att den med partiklarna gemensamma kontaktytan då successivt ökar.

Den torra smutsens adhesion försvåras om den har tillkommit i våta. Det är fördelaktigt för den torra rengöringen om den relativa luftfuktigheten kan hållas under 65%. Redan efter fem minuter i högre luftfuktighet kommer partiklarna att markant öka sin adhesion till golvytan.

Adhensionskrafter mellan torra partiklar och t ex polymera ytor sker genom att friktionen mäts när partiklarna avlägsnas. Det kan ske genom centrifugering av preparat. En mätmetod för städbarhet har därför skisserats som en friktionsmätare, där friktionskraften mäts under bort-

torkning av smutsen. Till skillnad från centrifugering måste emellertid städbarhetsmätningen utföras under en tillförd normalkraft på golvytan. Man får då inget isolerat värde på adhesionskraften men en bättre överensstämmelse med praktisk rengöring. Metoden kan kombineras med mätning av absorberad smuts efter mätningen av städbarhetens adhesionsstyrda komponent.

Den ytkemiska litteraturen är riklig och behandlar i stor omfattning modern mätteknik enligt skilda principer. För bestämning av en polymer ytas sammansättning i dess allra yttersta skikt, och för att därigenom kunna analysera dess benägenhet att adhaera olika slag av partiklar, framstår som lämpligast att utnyttja ESCA, electron spectroscopy for chemical analysis. Åtskilliga exempel på dess användning har redovisats.

Med stöd av litteraturuppgifterna har en serie mätmetoder valts, som kan utnyttjas i en undersökning av golvs städbarhet. Förutom ett värde på den komplexa storheten, som har kallats städbarhet, har de valts för att kunna mäta de parametrar, som kan väntas påverka städbarheten.

Mätmetoden för städbarhet bygger på en teoretisk ansats, som med stöd av litteraturen grundar sig på sambandet mellan smutspartiklars adhesion och friktionen, när de avlägsnas. Tillsammans med effekten av en yttre normalkraft mäts den friktion, som motsvaras av adhesionens skjuvhållfasthet. En serie mätningar genomförs med en tryckplatta, som är beklädd med moppduk, intill dess att golvytan har blivit ren. Smutsen kan antingen vara den, som förekommer när golvet normalt skall städas, eller den kan vara en pasta i form av svärtad tandkräm som har fått torka fast på golvytan.

Vid förberedande försök har nämnda pasta på ett antal golvmaterialprover torkats av med bomullstrassel under bedömning av den kraft, som erfordrats för att få ytorna rena. Om svärtan inte helt kunde avlägsnas, bedömdes hur störande den resterande svärtningen var. Genomsnittet av ett antal bedömningar gav en rangordning för golvmaterialen, som kan överensstämma med logiska förklaringar.

Mätningen av städbarhet kan kombineras dels med mätning av friktion mellan en textilyta, som används på en mopp, och golvytan. Den kan också kombineras med mätning av golvet absorberade smuts. Den absorberade smutsen kan dessutom differentieras mellan migrerad och porbunden smuts, om den senare bestäms genom mikrofotografering.

Med hjälp av de valda metoderna väntas nedsmutsningens mekanism kunna bli kartlagd och förklarad på ett tydligare sätt än hittills. Resultatet av ett arbete med detta syfte skulle också ge ökade förutsättningar för val och utveckling av golvmaterial, som är medvetet anpassade för att kunna hållas rena med begränsade resurser.

Föreliggande rapport omfattar den andra delen av ett projekt Städbarhet hos golv, som initierats av Sveriges Städtekniska Förening. Projektets syfte är att med stöd av de möjligheter, som bl a föreningens egna medlemmar kan erbjuda, kartlägga och förklara de samband som svarar för bl a mindre självklara skillnader mellan städbarheten hos golv av samma art på olika platser. Resultat bör kunna utnyttjas för val och utveckling av mer städbara golvmaterial.

Projektets första del omfattade en enkät (Behre 86) till berörda inom lokalvärden. Den gav anvisningar om dels vilka slag av golvbeläggningar, som främst omfattar stora och svårförklarade skillnader, och dels vilka ytegenskaper hos golven som behöver mätas för klarläggande av de nämnda sambanden. Dessa ytegenskaper uppfattades vara absorption på grund av golvyternas porositet och på grund av migrering till mjukgörare i PVC, adhesion på grund av ytojämheter och ytkemiska fenomen samt friktion mellan textilförsedda städredskap och golvyterna.

Denna andra del av projektet har omfattat sökning efter mätmetoder för de uppräknade egenskaperna. Dessutom anvisade den genomförda enkäten behovet av att beskriva golvyternas utseende i form av deras färg, mönster, glans etc och yternas hårdhet. Acceptabla mätmetoder finns dock för dessa egenskaper.

Professor Jan-Christer Eriksson och docent Christer Bring vid KTH har medverkat med värdefulla samtal och god handledning.

2 LITTERATURSTUDIUM

2.1 Golvrengöring och ekonomi

Golvytornas rengörbarhet är väsentlig ur ekonomisk synvinkel, då enbart den yrkesmässiga städningen omsätter ca 10 miljarder kronor per år i Sverige (Bäckström 86). I Norge beräknades kostnaden redan 1971 vara 3 miljarder Nkr (Rustad 80).

En procentuellt liten minskning av städkostnaderna genom val av mer lättskötta golvmaterial medför en stor ekonomisk fördel, även om dessa golv skulle innebära en procentuellt mycket större investering (Holst 72). Inom statlig byggnation förordas beräkning av årsbrukskostnaderna för de material som utgör alternativ för användning (Arthursson 81). För golvmaterial kan denna beräkningsprincip med fördel tillämpas också i en förenklad form (Behre 84).

Över 80 % av den smuts, som kommer in i en byggnad, beräknas avsätta sig direkt på golven via gångtrafiken (Heard 81). Förutom det självklara behovet av en effektivt dammsamlade entrématta bör därför uppmärksammas att golven måste gå att rengöra både snabbt och lätt.

Kostnaderna för golvs skötsel beror på hur lättskött golvet är, lokaltypen, lokalernas omgivning, möbeltätheten, möblernas utformning, typen av smuts, nedsmutsningsgraden, förekomsten av småmattor och den önskade städkvaliteten (Jansson 81). Byggnaders och möblers utformning kan anpassas för att minska hinder för golvskötseln (Rustad 80, Linn 81 och Lönn 82).

Rengöring med torr mopp är cirka nio gånger snabbare än tvättning av golven, något mindre arbetskrävande och praktiskt taget lika effektiv om inte nedsmutsningen är påtagligt kraftig (Hellström 70).

2.2 Absorption av föroreningar

Ju slätare och mindre absorberande ett golv är, desto mindre benäget är det att samla smuts (Green 78). De flesta golv har små öppna ytporer som håller kvar och gör partikelkorn svåra att avlägsna ur dem (Heard 81). Porerna borde vara tätade med ett modernt medel, som också kan skydda ytan mot avnötning.

Porositeten i lackskikt kan provas enligt ASTM standardmetoder (ASTM 85). I Karaganda, Kazakstan, har en bärbar och snabb metod utvecklats för mätning av porer i stålytor (Bochenin 83). Fukt avlägsnas med en blåslampa under en minut, varefter ytan kallnar och tillsätts med 35% Be(OH)₂ + 50% fotogen + 35% smörjolja. Överskott av tillsatsen avtorkas efter 10 minuter. När ytan bestrålas med gammastrålar utvecklar berylliumatomerna en neutronstrålning, som registreras. Förhållandet mellan mätvärdena för provytan och för en tät och felfri yta ger i två kalibreringsdiagram dels håligheternas volym och dels kvoten mellan deras djup och bredd. När djupet beräknades under antagandet att håligheterna är konformade uppnåddes överensstämmelse med en bästa metod för optisk mätning.

Absorption av svart material från bildäck och vissa skoklacker ger bestående nedfläckning på obehandlade linoleum-, PVC- och textila polypropengolv (Born 76). En pendelapparat utvecklades för att på ett reproducerbart sätt påföra konstgjorda och relevanta, svarta fläckar på golvytor.

Golvskyddsmedel med olika sammansättning har exemplifierats (Heard 81, Hjalmar 85 och Webb 83). Deras egenskaper bör provas och utvärderas praktiskt där de avses att bli använda, då de flesta faktorerna inte kan uttryckas i produktspecifikation (Hjalmar 85). Som regel får man t ex en bättre slitstyrka med två skikt än med ett som har dubbla halten torrsbstans. Vid försök med att avlägsna matolja från skikt av sex olika hushållsprodukter visade sig oljedropparnas kontaktvinkel variera mellan 10 och 75 grader på skikten, vilket återspeglades i dessas sammansättning och i rengöringseffekten på dem. Ju större mängd fluor som skikten innehöll, desto mindre arbete fordrades att avlägsna oljan från dem (Webb 83).

2.3 Våt rengöring

Mekanismen vid rengöring med våta metoder har beskrivits (Hjalmar 85 och Bäckström 86) och översikter har gjorts över skilda rengöringsmedel (Schultz 85 och Warlow 79).

De flesta golvrengöringsmedel avses öka vätkänsligheten hos såväl smuts som golvyta och därmed bringa smutsen i lösning eller suspension (Warlow 79). Medlen kan innehålla tvål, anjonaktiva och/eller nonjonaktiva tensider. Anjonaktiva medel har vanligen pH 7-9 att jämföra med pH 9 för vanliga tvålmedel. De kallas ofta "neutrala medel". De anjonaktiva tensiderna ger ofta bättre resultat i blandning med nonjonaktiva. De senares pH-värde är 7.

Prover av homogen PVC i plattor och mattor behandlades i 48 cykler om fyra dygn med en tvättlösning i rekommenderad koncentration, en timmas sköljning och tre dygn i konditionerad luft. Alla provade medel förorsakade enligt mätningar en ökad hårdhet och därmed en minskad nötningshårdighet hos PVC samt en viktförlust följt av krympning. Mjukgörare överfördes alltid till tvättlösningen. En minskning av en viktsprocent mjukgörare från 19 till 18 motsvarades av en stark krympning, oberoende av typ av mjukgörare.

De så kallade neutrala tvättmedlen visade sig ha en starkare och skadligare effekt än de som starkt alkaliska medel behöver ha. PVC och linoleum skadades snabbare när en användning av skyddande polish hade avbrutits. En grupp tvättmedel med både rengörande och skyddande effekt förorsakade krympning i PVC-mattor men inte på linoleum. Denna effekt var svårast i de fall när användningen kombinerades med polering. Medlen ifråga innehåller vanligen tvål och tallolja med en liten tillsats av fenol.

I den omnämnda undersökningen har påvisats att våtrengöring kan föranleda krympning i PVC-golv, speciellt med vissa medel. Den våta rengöringen kan alltså vara en orsak till krympning, som tidigare ansetts bero antingen på relaxation av inre spänningar från tillverkningen eller på migrering av mjukgörare till ett olämpligt golvlim.

Golvmaterialens rengörbarhet i järnvägsvagnar har jämförts med visuella bedömningar av främst utseendeförändringar på grund av förekommande föroreningar, främst vått grus (Berggren 84). En PVC-matta med låg halt av fyllmedel och med migreringsstabila mjukgörare visade sig vara bättre än fem andra golvmaterial: Två textilmattor med öglad respektive skuren lugg, två PVC-mattor, som var försedda med en yttätning av polyuretan vid tillverkningen respektive efter inläggningen, samt en linoleummatta med yttätning av akrylat. Under projektets löptid har den valda städningens insatsen hållits oförändrad. Därmed försämrades efter hand golvens rengörbarhet i olika hög grad, vilket resulterade i de bedömda utseendeförändringarna.

Ytkemiska institutet har i en rapport (Gillberg-La Force 73) poängterat behovet av att undersöka egenskaperna hos ytor på framtida material i hemmiljön, det vill säga "vilka fysikaliska och tekniska egenskaper hos materialen och då framför allt hos ytskiktet som kan korreleras till" de krav som bl a ställs på deras nedsmutsningstendens och rengörbarhet.

Ett försök att motsvara behoven enligt sagda rapport har bl a gjorts genom att utforma provningsmetoder för nedsmutsning, rengöring och bedömning av ändringarna (Boström 77). Med metoderna har skilda ytors utseende jämförts efter tre olika slag av nedsmutsning och efter rengöring. Bland 51 utvalda undersökningsytor har endast 5 golvmaterial studerats.

Två av laboratoriemetoderna omfattade nedsmutsning med damm och med fett + damm. Linoleum visade störst nedsmutsningsbenägenhet och sämst rengörbarhet med det torra dammet, medan en cushion vinyl var bäst i dessa avseenden. Nedsmutsningen med damm på fet yta var störst för en plastfilt och minst för cushion vinyl, medan rengörbarheten åter var bäst för den senare och sämst för linoleum som här fick sällskap av en homogen PVC-matta. Efter ett års åldring av smutsade ytor utmärkte sig plastfilten genom mycket lägre rengörbarhet för damm på torr yta, medan de olika materialen visade föga skillnader beträffande damm på fet yta.

Vid dessa undersökningar gjordes en jämförelse mellan visuell bedömning med Hesselgrens gråskala och motsvarande reflektansmätning med Hunter-Lab modell D 25 Color-difference meter. Den förra metoden var inte känslig nog att utvisa skillnader mellan 80- och 100-procentig rengöringseffekt.

I den tredje metoden nedfläckades ytorna med 10 olika medel och rengjordes på ett definierat sätt. Såsom egenskap hos varje yta diskuterades endast dess summa av uppnådda bedömningspoäng. Den homogena PVC-mattan konstaterades därvid vara tydligt sämre än en annan PVC-matta. Vid en analys av resultattabellerna framträder flera intressanta problem. Sålunda får sagda PVC-mattor i nämnd ordning följande poäng vid några av fläckmedlen:

3 - 2,63 för kaffefläckar rengjorda efter 24 timmar och
2,12 - 2 för thefläckar rengjorda efter 1 timma, men
3 - 3,37 när kaffefläckar rengjorts efter 1 timma och
2,12 - 3,12 när thefläckar rengjorts efter 24 timmar,
så att materialytorna får omvänd rangordning.

För saftfläckar är deras poäng lika (3,67) vid rengöring efter en timma, medan endast den homogena mattan har fått annan och

mycket lägre poäng (1,63) vid rengöring efter 24 timmar. Liknande resultat har erhållits för skokrämsfläckar: 4,88 - 3,63 vid de båda ytornas rengöring efter 1 timma och 4,63 - 1 vid de båda ytornas rengöring efter 24 timmar.

En bestämning av de målade ytornas glastemperatur visade stor omvandling inom området 15 till 22 °C för de ytor som också visade sämst rengörbarhet för fläckar.

Friktionskrafterna uppmättes till mellan 21 och 25 Newton vid en belastning av 4,2 kg, när en skurborste med fuktig skurduk fördes över torra provytor. På feta ytor var kraften mellan 19 och 23 Newton. Högsta värde visar plastfilt på torr yta och lägsta värde linoleum på fet yta.

Ytmodifiering med två olika alkyder på 5 olika, målade ytor gav en mycket förbättrad rengörbarhet: Rengöringen 1 timma efter nedfläckning ökade från ca 10 till ca 26 poäng för fyra latexfärger, men obehandlad kakel var ännu bättre med 34 poäng motsvarande en 100-procentig rengöringseffekt. Efter nedsmutsning med fett + damm visade alla de modifierade ytorna en 100-procentig rengörbarhet. (För den bästa av dem var rengörbarheten ca 108 +/- 1 % enligt redovisat diagram.)

Rengöringmedlens effekt och andra av deras produkttegenskaper kan endast utvärderas med avseende på specifika, artificiellt nedsmutsade ytor på laboratorium, medan medlens rengöringseffekt under praktisk användning påverkas av egenskaperna hos vatten, smuts och golvmaterial samt av den använda rengöringsmetoden (Schultz 85).

Rengöringsförmågan hos rengöringsmedel med olika komposition har undersökts såsom genom mätningar av rengörbarheten hos ett golvmaterial (Hjalmar 85). Metoden omfattar fet nedsmutsning av en vit PVC-folie på stödplattor samt mätning av vitheten före och efter tvättning. Det huvudsakliga resultatet var att en hög aktivhalt inte behöver betyda hög rengöringsförmåga.

Författaren ger en god översikt av rengöringsmekanismen vid våta metoder utan att gå in på hur adhesion och adsorption fungerar. Han framhåller också att den mesta fasta smuts, som ansamlas på golv i olika miljöer, primärt avlägsnas med torra metoder (mopning etc.). Men för de våta rengöringen kvarstår ändock partiklar av många olika material och storlek, vilka kvarhålls vid underlaget huvudsakligen av van der Waals' krafter. Ofta kan partiklarna vara bokstavligen inbakade i en fet hinna.

Att van der Waals' krafter (sekundära bindningar med lång räckvidd) är verksamma adhesionskrafter vid kontakt mellan polymera material, har också framförts i samband med kompositmaterials friktion och nötning (Friedrich 86). Samtidigt anmärks dock att adhesionskrafterna dessutom teoretiskt och i princip kan omfatta alla de övriga typer av växelverkan, som bidrar till fasta materials kohesion, d v s primärbindningar med kort räckvidd: metalliska, som håller samman två rena guldplattor i atomkontakt med varandra med en styrka som motsvarar homogent gulds, kovalenta bindningar som uppträder för ren diamant, där ytkrafterna liknar valensbindningar, samt jonbindningar som delvis utgör ytkrafterna i bergsalt.

När partiklarna är bundna i en fet hinna kan de fasthållande krafterna karakteriseras som klibbning. I detta fall beror partiklarnas adhesion på hinnans reologiska egenskaper och på dess tjocklek (Zimon 69).

2.4 Adhesion

Adhesion i vid bemärkelse behandlas i samband med limningsfrågor och diskuteras enligt fyra olika teorier (Brewis 85). Enligt den mekaniska teorin uppträder en lösning med limmet omkring ytornas ojämnheter och i deras porer. Adsorptions-teorin förklarar att limmets makromolekyler adsorberas till ytorna och kvarhålls med olika attraktionskrafter. Diffusionsteorin säger att de istället diffunderar in i ytan och eliminerar gränsytan. Enligt den elektrostatiske teorin sammanhålls de limmade ytorna genom elektrostatiske krafter. Ingen av teorierna kan dock tillämpas annat än som ansats, eftersom limningen omfattar en mycket komplicerad kombination av faktorer.

I samband med adhesion av damm och pulver anges att adhesion i omgivande gas är många gånger större än i vätska, där kapillära och elektriska krafter nästan inte förekommer alls (Zimon 69). Där utgörs adhesionen av molekyllär växelverkan. Dessutom uppträder där repulsiva krafter på grund av vätskans egenskaper. I vatten är adhesionen minst, när kontaktytornas vätkbarhet är mycket olika, t ex kvartspartiklar på en hydrofob paraffinyta eller hydrofoba grafitpartiklar på kvarts.

Orsakerna till adhesion i omgivande luft kan enligt Zimon indelas i fyra grupper:

1. Molekyllära komponenter, som påverkas av partiklarnas storlek och den verkliga kontaktytan förutom av partiklarnas och ytans specifika egenskaper.
2. Elektriska krafter, som uppträder vid kontakt och som påverkas av potentialskillnaden och partikelstorleken. De kan inte uppträda om fuktighet finns mellan partikel och yta.
3. Elektrostiska krafter, som uppträder i det första kontaktögonblicket när partiklarna är laddade i förväg och som då dominerar över de båda förutnämnda slagen av krafter. De är omvänt proportionella mot partikelradien. De minskar med ledningsförmåga och med fuktighet i kontaktzonen.
4. Kapillärkrafter, som uppträder när en minisk bildas mellan partikel och yta och vid högre relativ luftfuktighet än 65%. De påverkas av partikelstorleken och minskar med ytans hydrofobitet.

Adhensionskrafterna kan enligt Zimon variera med mellan proportionellt och omvänt proportionellt beroende av partikelstorleken. Vid samma partikelstorlek (50 mikron) visas en stor variation av adhesionen (vid en glasyta) med partikelmaterialet: Glas, kol och sand ger vid 50-60 % RH adhensionskrafterna 0,37 respektive 0,55 och 0,77 dyn.

Den sistnämnda mätningen av adhensionskrafter gjordes vid centrifugering av smutsladdade provytor. Ett alternativ är vibrationsmätningar. För partiklar med mindre diameter än 10 μ m skulle en ultracentrifug behöva användas med påföljd att t ex polymerer skulle upphettas till smältning. Istället

används då indirekta metoder, där man håller adhesionskraften konstant och vanligtvis varierar partikelstorleken (Zimon 69).

Mätning av adhesionskrafter sker genom mätning av krafter som behövs för att från en "nedsmutsad" yta avlägsna t ex 50% eller 98% av partiklarna från ytan. Man måste alltså då veta den totala mängden samt bl a partikelmaterialets täthet för beräkning av resultatet.

2.5 Elektrisk uppladdning

Elektrisk kontaktladdning mellan två kroppar påverkas i motsats till fenomenet statisk elektricitet inte av glidning eller gnidning. Vid uppladdningen av aerosoler finns föga belägg för vilket av dessa båda fenomen som har störst betydelse (John 76).

När metaller berör varandra utjämnas deras kontaktpotentialer genom en ström av elektroner mellan dem. Detta kompliceras dock av två fenomen (Harper 67). Dels kan en del laddning överföras också när ett litet gap finns mellan ytorna och dels kan luften sönderdelas, när ytorna fjärras från varandra, med en avsevärd återströmning av laddning som följd.

Metallkroppar lagrar sin laddning på ytorna. I halvledare uppstår vid kontakten en elektrisk ström inne i materialet med en tidsfaktor, som är proportionell mot produkten av materialets dielektricitetskonstant och resistivitet (ohm-cm), så att den överförda laddningsmängden blir beroende av den tid som kontakten varar.

Isolatorer har så hög resistivitet att ingen ström uppträder från kropparnas inre, utan laddningsöverföringen blir styrd av komplicerade ytförhållanden av fysikalisk och kemisk natur. Adsorberade joner, som bildar ett elektriskt dubbelskikt, svarar snarare än elektroner för överföringen av laddning.

De beskrivna ur- och uppladdningsförloppen mellan kroppar i kontakt med varandra gäller endast vid ideala förhållanden, som inte råder vid t ex ytornas förorening. De flesta oxider är halvledare och hur elektriciteten passerar ett oxidskikt beror på skiktets tjocklek. För isolatorer får också andra uppladdningsmekanismer beaktas såsom elektrolytiska effekter på fuktiga ytor samt friktionseffekter, som resulterar i överföring av material.

2.6 Dammadhesion

Adhesionen av damm vid målade ytor och lacker har studerats under några olika förhållanden (Zimon 69). Bl a visas att adhesionen är mindre för torra partiklar i rörelse om ytan är hårdare, eftersom kontaktytan då blir mindre. När vatten är närvarande under nedsmutsningen, blir adhesionen mindre vid en mer hydrofob yta, där partiklarna helst stannar i vattendropparna i stället för att spridas till randen av varje utfluten droppe. När vattnet har avdunstat är adhesionen fortfarande minst vid mest hydrofob yta, men den är betydligt starkare än om partiklarna hade varit torra från början. Vid ökande koncentration (under 0,01%) av koksalt

i vattnet blir adhesionen starkare. Effekten av det avdunstande vattnets inverkan förklaras med att en "skorpa" bildas av salt och annat i kontaktzonen.

De målade ytornas dammadhesion kan minskas på skilda sätt genom ytmodifiering, t ex genom behandling av ytorna med 1% katjonaktivt medel i vatten. Då avlägsnas dammets laddning på samma sätt som med antistatmedel. Dammets kan indelas i tre grupper efter dess elektriska egenskaper med reservation för ytskiktets inverkan på kontaktens potentialskillnad och på hastigheten för läckage av laddningarna:

1. Elektriskt aktivt damm, som avlagras utan aggregation (t ex färdig cement och majsstärkelse).
2. Elektriskt aktivt damm som kan bilda starka aggregat (t ex oanvänd cement och vetestärkelse).
3. Elektriskt inaktivt damm (t ex kiseldioxid och havregryn).

Den statiska elektricitetens betydelse för ytors adhesion av damm behandlas av flera författare. Fenomenet beror t ex för polymerer på att dessa innehåller kovalent bundna kolatomer och därför är dåliga ledare av värme och elektricitet (Seymour 84). De förorsakar elektrisk interferens vilket kan motverkas med antistatmedel i handelspolymererna. Polymerer med högre ledningsförmåga än 10^{-10} ohm/cm förblir oladdade vid friktion mot exempelvis metall.

Laddningarna kan ha olika natur. Halveringstiden är sålunda dubbelt så stor för positivt laddad PVA som den för negativt laddad PVA. Laddningen är också beroende av friktionstiden. För PVA och PVC ökar ledningsförmågan vid uppvärmning.

Vätbarhet har mest studerats på ytor med tillräcklig storlek för mätning av kontaktvinklar (Marmor 86). Partikelytors vätbarhet har istället uppmätts bl a via bestämning av den kritiska ytspänningen. En känsligare metod är att placera enstaka partiklar på ytan av vätskor och bestämma hur många procent av dem som flyter. Detta har skett vid olika koncentration av etanol och metanol för partiklar med olika ytor och storlek. Skillnaden mellan koncentrationerna, då alla partiklar av ett slag flyter och då alla av dem sjunker, kan ha olika orsaker värda att diskutera.

Adhesionens beroende av den relativa luftfuktigheten mellan 33% och 100% har studerats för partiklar av storleken 1-140 mikron, siktade från innehållet i byggnadsdammsugare (Whitfield 79). Två milliliter damm tillfördes med en fläkt i en konditioneringskammare, som innehöll ett antal provytor med en yta av polerad metallfolie. Efter varje konditioneringsringtid mellan 5 min och 720 timmar togs en provyta ut och mikrofotograferades före och efter avblåsning med torr kvävgas. Cirka 120 partiklar på 1,6 kvadratmillimeter räknades och grupperades i storlekar 1-10, 10-140 och 50-140 mikron. En kvarhållningsprocent av antalet partiklar beräknades. Det visade sig att de smärre partiklarna fick högre värden än de grövre, att värdet var relativt konstant efter 5 minuters konditionering och att detta blev ca 30-40% mellan 33 och 66% men att det vid högre fuktighet ökades starkt.

Vid undersökningen noterades att partiklar - särskilt vid högre luftfuktighet - upplöstes till ett större antal små partiklar med mycket högre adhesion till provytan.

2.7 Friktion

Adhensionskrafter verkar i normalriktningen mot en yta. Friktionskraften längs ytan är produkten av den statiska friktionskoefficienten och adhensionskraften, när en partikel frigörs från en yta med en kraft i dess plan. Om ytan är ojämn är friktionskraften produkten av den verkliga kontaktytan och adhensionsbindningens skjuvmotstånd (Zimon 69).

Efter det att partiklarna har frigjorts kommer de att rulla, glida och studsa längs ytan. Den rena glidningen av enskilda partiklar är föga praktisk att mäta. Istället studerar man skikt av partiklar. Då hindrar partiklarnas inbördes bindning deras rullning och deras frigörande försvåras.

Adhesionen bidrar till friktion genom uppkomsten och brytandet av adhensionskrafter i kontaktytan (Friedrich 86). En teori anger att de berörda kropparnas ytenergi också är en viktig parameter, medan en annan teori som inverkanseffekt anger en kritisk spricköppningsfaktor och en arbetshärdande faktor. De inverkanseffekt egenskaperna ytenergi och skjuvhållfasthet etc bör i varje fall beaktas för varje par av material och inte endast för det ena av dem.

Om ett av de berörda materialen vid en glidande friktionskontakt är betydligt hårdare än det andra, så skär det hårdare materialet in i det mjukare och ger upphov till en plogningseffekt. Denna är starkt beroende av förhållandet mellan krökningsradien hos nötande partiklar och det djup som de tränger in. Partiklarnas geometriska form kan alltså ha en stor inverkan på friktionen.

Deformationen vid glidning kan ge förlust av mekanisk energi genom plastiska deformationseffekter. Om en del av den verkliga kontaktytan lutar mot friktionsriktningen visar en enkel modell, att deformationens friktionskomponent är en funktion av kvoten mellan elasticitetsmodul och hårdhet. Om lutningen är 45° och kontakten är helt plastisk, så blir friktionskoefficienten 1,0 enligt modellen. Men man bör också ta hänsyn till materialens mikrostruktur, arbetshärdande effekter, termisk mjukning och inverkan av ytfilm på kontaktytorna.

En lätt bärbar friktionsmätare (Senior 82) har med goda resultat används för kontroll av golvytornas halkighet i universitetsbyggnader (Ballance 85). Vikten 0,75 kg är försedd med en plastsula och fäst med en fjäder vid en ram som förs över golvytan. Såväl statisk som dynamisk friktionskoefficient bestämdes. Vid byte av golv i ett kök visade sig ett förbättrat halkskydd motsvaras av en minskad kvot statisk genom dynamisk friktionskoefficient samtidigt som den dynamiska ökade starkt. Vid det slutliga valet av nytt golvmaterial togs också hänsyn till kostnad för och lätthet i städning. Namngivna golvmaterialens för- och nackdelar beskrivs och mätresultaten redovisas för tvååriga halkskyddsgolv, för olika polish, för olika tjocklek av dem och för friktionsförändringar på dem under deras torkning och efter polering.

En amerikansk standard, som principiellt överensstämmer med den beskrivna metoden, är under behandling (ASTM 85). Den omfattar provning med lutande plan som ett alternativ, medan den horisontella metoden rekommenderas använda en stål- eller neoprensula.

Svensk standard omfattar bestämning av friktionstal vid halkning (Svensk standard 82) och bygger på sofistikerade studier över halkningens mekanik (Bring 64 och Bring 78). Bl a har kontakttiden en inverkan på friktionen (Irvine 86). Friktionen mellan städredskap och golvyta har uppmätts genom att en vagn har dragits utan och med en snedställd svabb, varvid skillnaden gav ett mått på städningsspåkänningen (Relke 81). En undersökning av friktionen mellan mopp och golvyta utnyttjar istället en metod, där en motor via en dynamometer drar en med en moppstrumpa klädd bräda på tvären över golvet (Svensson 84).

2.8 Ytkemi

De krafter som sammanhåller en fast kropp producerar kraftfält runt varje jon, atom och molekyl (Gregg 61). Vid kroppens yta kan dessa kraftfält inte plötsligt försvinna utan när ut i omgivningen. De kan där attrahera vätskemolekyler som vid vätning eller adsorption liksom en annan fast kropps molekyler, joner eller atomer såsom vid adhesion. Egentligen bör man se attraktionerna som en växelverkan mellan kraftfält omkring de attraherade partiklarna och den fasta ytans kraftfält, där växelverkan i stort sätt är proportionell mot den fasta ytans fält.

Ytenergi är det arbete, som fordras för att skapa en ny yta såsom när ett prisma drages isär till två delar. Om detta sker i vakuum, kallas arbetet fri ytenergi. Den är reversibel. Men om prismats delar sammanförs i ett medium, så att en film bildas på ytorna, skulle en mindre energi återfås, eftersom filmernas fysikaliska (van der Waalska) kraftfält är svagare än det fasta prismats ytor.

En fast kropps adsorption av gas medför en minskad ytenergi och därmed också en minskad adhesion. Detta medför vidare en minskad friktion liksom en minskad vätbarhet.

Adhesionen per ytenhet kan vara mycket stor samtidigt som den totala adhesionen är ringa, då den effektiva kontaktytan endast utgör en bråkdel av en observerad kontaktyta. I molekylär skala är ytorna så ojämna att endast spridda och små kontaktytor är effektiva. Om nu ytorna har en hög elasticitetsmodul, består deras låga adhesion, men om den ena av dem eller ännu tydligare båda ytorna har tillräcklig mjukhet ökar adhesionen under rådande krafter.

Om adhesionskraften är stor nog att åstadkomma plastisk deformation av den fasta ytan, kommer förloppet att fortgå med en ökande effekt, eftersom adhesionen är proportionell mot den effektiva, ökande kontaktytan. Förloppet påskyndas givetvis om yttre krafter tillförs, som ökar den plastiska deformationen och arbetar ihop materialen.

För att kunna uttyda växelverkan i form av adhesion mellan fasta kroppar är det väsentligt att förstå mekanismen i ytornas uppladdning (Kallay 86). En anledning till avvikelser i redovisade resultat är den starka inverkan, som även små mängder av främmande joner kan ha på ytornas laddningskaraktär. I studium av kolloidal titanoxid noterades en inverkan av pH på partiklarnas ytpotential.

Yt-laddningen på PVC är starkt beroende av pH (Labib 84). Det har visats vid studium av vissa stabilatorer, vilkas hydrolys och dissociation dominerar ytegenskaperna hos PVC i vått tillstånd. Man kan förvänta sig att PVC-ytans adhesion och elektrostatiske uppladdning också påverkas av PVC-materialets tillsatsprodukter.

Ytkemiska studier kan ge användbar information vid utveckling av beläggningsmaterial eller vid försök att förklara mekanismen i hur de fungerar under användning (Boxall 85). Enkla instrument som en vanlig lupp ger möjlighet att iaktta fysikaliska förändringar i en yta. Infraröd eller elektronmikroskopi ger information om kemiska förändringar i en ytans yttersta molekylskikt och kan utnyttjas för att undersöka ytskador. Adhensionsprovning kan belysa egenskaperna hos kontaktytan mellan beläggning och dess underlag. Lika viktig är bedömningen av adhesionen och dess förändringar på grund av yttre påverkan eller åldring av beläggnings yta. En översikt ges över ny teknik för studier av ytor och deras adhesion. De förra är:

Scanning electron microscope (SEM), där en elektronstråles reflektion mot ytan visar dennas topografi, Energy dispersion X-ray analysis (EDAX), som sker i en SEM-apparat efter modifikation så att provets utsända röntgenstrålar under elektronbestrålningen kan studeras och ge information om ytans innehåll av ämnen med atomnummer 11 eller högre, Auger electron spectroscopy (AES), som sänder en elektronstråle för att exitera elektronerna i ytatomernas inre skal, Electron spectroscopy for chemical analysis (ESCA), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) - en annan benämning på samma instrument - som sänder röntgenstrålar som frigör elektroner från ytatomerna på ett karakteriserande sätt samt Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), som i en speciell interferometer tar emot alla de infraröda signalerna samtidigt och transformerar dem till ett spektrum.

Metoder för adhesionsmätning på ytbeläggningar ger främst information om beläggningarnas adhesion till underlaget.

De nya metoderna för mätning av ytors sammansättning har olika särdrag (Walls 85). För att komplettera varandra har ett multitekniskt system utformats med en kombination av AES, XPS och SIMS. Den sistnämnda beteckningen avser Secondary ion mass spectrometry, som sänder jonstrålar mot ett prov och förorsakar emission av sekundära joner. En tablå visar de tre metodernas för- och nackdelar. XPS är speciellt lämplig för studium av adhesion hos polymera material. Det är troligen den bästa metoden för allmän karakteristik av ytföreningar.

Vid en undersökning om adhesionsegenskaperna hos epoxy befanns ESCA-metoden ge möjlighet att beräkna proportionen funktionella grupper, som ansvarar för epoxidbindning och för adhesionens styrka hos materialet (Efremov 85).

En lättfattlig beskrivning av hur ESCA fungerar har utgivits av Uppsala universitet (Svensson 78). Den visar med bilder hur en röntgenfoton frigör en elektron från en atom genom att med sin energi, som är produkten av den elektromagnetiska strålningsfrekvensen och Plancks konstant, övervinna elektronens bindningsenergi med beloppet av den kinetiska energi, som elektronen därefter besitter, och hur detta utnyttjas genom att i vakuum bestråla ett prov med enfärgade röntgenstrålar, särskilja frigjorda elektroner efter deras olika hastigheter, detektera dem med halvledarteknik och omvandla uppmätta spänningar, pulser och strömmar till energier, intensiteter etc i en dator, hur intensiteterna för varje värde på bindningsenergierna registreras i ett spektrum samt hur man kan analysera detta till information om provytans kemiska beståndsdelar.

Med hjälp av ESCA analyserades rena och modifierade polyetenytor, av vilka en hade positiv och en negativ ytladdning medan en tredje var helt täckt med kiselgel (Larsson 82). De laddade ytornas adhesion var störst för partiklar med motsatt tecken på laddningarna och ytan med kiselgel visade den lägsta adhesionen för båda slagen av partiklar, nära noll vid ett relativt vattenångtryck mellan 0,2 och 0,8. En hydrofil och elektriskt neutral yta bör därför vara lämpligast med hänsyn till rengöring.

Hydrofoba polymerer såsom polystyren och polyetenklorid har modifierats till hydrofila ytor med vätande hydrosol (Emerson 84). Inverkan av elektrostatiske krafter vid dess adhesion till ytorna uppmättes med hjälp av en laddningskänslig Field effect transistor (FET) och visade sig korrelera till kontaktvinkeln och den adhererade mängden gel. När de elektrostatiske krafterna fått gelen i god kontakt med ytan och laddningarna har neutraliserats, kommer gelen att kvarhållas huvudsakligen genom dispersionskrafter såsom van der Waals'.

ESCA har använts för att analysera variationen i kontaktvinkel för matolja, mellan 10 och 75 grader, på sex olika golvpolsk (Webb 83). Det visade sig att fluor endast ingick i tre av de torkade poliskikten trots att alla sex produkterna före påstrykning hade jämförbara mängder. Det antas att andra ingredienser med högre koncentration förorsakar frånvaron av fluor i tre av skikten. På dessa var kontaktvinkeln mycket låg och en säker, linjär korrelation visar att ju högre poliskiktets fluorhalt var, desto mindre arbete fordrades för att bryta oljans adhesion. Däremot erhöles ingen tydlig korrelation mellan adhesionsarbetet och hastigheten för att avlägsna oljan. Rengöringsprocessen påverkas också av rengöringsmedlets adhesionsarbete, ytspänningen mellan rengöringsmedlet och oljan och medlets eventuella, kemiska effekt på ytan.

Studier av rengöringsmekanismer kan studeras med hjälp av ellipsometri (Arnebrant 86). Det är en optisk metod för mätning av brytningsindex i reflekterande material. Både brytningsindex och tjocklek kan också bestämmas för en tunn film på ytan. Tjocklekar ner mot 1 Å kan mätas och processer kan följas kontinuerligt utan att mätningarna stör provet. He-Ne laser används som ljuskälla. Det linjärpolariserade ljuset cirkulärpolariseras och passerar en komponent för variation av dess intensitet och en polarisator, som ger linjärt polariserat ljus med önskad polarisationsriktning i förhållande till infallsplanet, samt en kompensator, som av ingående ljus med olika polarisationsriktning åstadkommer ljus med olika ellipsitet mellan linjär och cirkulär polarisation. En analysator efter det att ljusets reflekterats mot provet inställs till ljusminimum och en dator analyserar mätdata. Enligt studium av tensiders adsorption till metallytor i vattenlösningar påverkas den av tensidmolekylens struktur, så att molekylen hydrofila del påverkar maximum för absorberad mängd medan dess hydrofoba del mest påverkar vid vilken koncentration som maximum uppträder.

Rengöring av en PVC-yta, som har förorenats med fett, har studerats med hjälp av ellipsometri (Bäckström 84). I en tablå jämförs metoder för studium av rengöringseffektivitet: gravimetriska, optiska, elektrokemiska, radioaktiva och kontaktvinkelmätningar med ellipsometermätningar. Med laserljus kan mätningar ske på provytor av PVC, trots att dessa inte är starkt reflekterande. Vid tillsättningen av tvättmedel ökar först mängden material på ytan, varunder ytaktiva medel absorberas, och minskar sedan medan fett avlägsnas. Ökningen och minskningen liksom sluteffekten varierar med de ytaktiva medlens uppbyggnad.

Då ett rengöringsmedel skall kunna lösa upp fet smuts är steget inte långt till att hudens översta fettlager skall angripas (Bäckström 86). Medlet skall därför uppfylla krav utöver att vara effektivt. Olika metoder kan diskuteras för nedsmutsning och rengöring av provmaterial. Efter bestämning av brytningsindex för en ren yta nedsänkt i vatten, beläggs den med en tunn smutsfilm, vars mängd smuts per ytenhet bestäms. Med en ellipsometer ges mätvärden var fjärde sekund på ytans smutsmängd, så att dess förändring kan följas när en tensidlösning tillsätts. Bland redovisade resultat framhålls att ett rengöringsmedel inte alltid blir effektivare, när det görs mer alkaliskt, samt att PVC-ytans adhesionsenergi gentemot fett och vatten är ofördelaktig för rengöringen. Ur energisynpunkt är det fördelaktigare att bryta en hydrofob/hydrofil gränsyta och bilda en hydrofil/hydrofil. En golvyta bör därför vara så hydrofil som möjligt för att underlätta borttagning av fet smuts.

2.9 Diskussion

Exempel har givits på litteratur, som påvisar behovet av att underlätta och minska kostnaderna för golvrengöring samt att de till stor del beror på golvet's städbarhet.

Även små öppna porer i golvytan bör undvikas. En metod att mäta deras förekomst på stálytor har angivits och möjligheten bör prövas att modifiera denna metod, så att den kan tillämpas på golvytor.

En presenterad pendelapparat för att avsätta klackmärken på golvytor, följt av optisk mätning av hur väl de kan avlägsnas, bör vara en tillräckligt noggrann metod för att mäta en första migrering till mjukgörare i golvmaterial.

Mätningar på polishbehandlade golvytor kan i många fall förväntas ge bättre värden för porositet och migrering än obehandlade. Kostnaderna och andra nackdelar med polish motiverar emellertid att golvmaterial istället väljs, som har tillräckligt goda värden utan en sådan behandling.

Litteraturen om rengöring, och speciellt om golvrengöring, domineras av den som behandlar våta metoder. Den behandlar såväl golvytor som rengöringsmedlens egenskaper och mekanismerna vid nedsmutsning och rengöring samt metoder för att mäta och studera skilda frågeställningar.

En stor del av denna litteratur har främst relaterats med syftet att belysa de många ansatser och det stora intresse, som förekommer rörande dessa rengöringsmetoder. Om man bortser från de stora, öppna golvytor, där kombimaskiner bör användas, samt kök och toaletter etc, där fett eller vissa andra typiska föroreningar är tydliga, bör emellertid våt rengöring undvikas. Den är som regel betydligt mer arbetskrävande och både ergonomiskt och hygieniskt mer problematisk än den torra. Dessutom hävdas i litteraturen att våt rengöring är mer tids- och därmed kostnadskrävande och att den medför större risker att såväl golv som personal skadas.

Våtrengöring kan som regel inte utföras daligen annat än i mycket begränsad omfattning, varken av ekonomiska eller praktiska skäl. Däremot föreligger vanligen ett krav att golven varje dag skall se rena ut. Litteraturen redovisar också mätresultat som påvisar det i praktiskt arbete väl kända förhållandet, att smuts successivt adhearas starkare till golvytan ju längre den får ligga kvar. Dessa omständigheter motiverar en utveckling mot att i ökad omfattning ersätta våta med torra städmetoder. Fuktmoppning rekommenderades redan 1970 att bli den allmänt använda metoden inom stat och kommun (Statens städutredning 70).

Inom de flesta byggnader är kostnaderna för den sk regel- mässiga städningen störst, eftersom det är den som utförs oftast. Dessa kostnader skulle minska avsevärt om smuts kunde avlägsnas lättare från golven med mindre behov av våtrengöring. Hittills har val och utveckling av golvmaterial endast i underordnad grad skett med hänsyn till att de bör kunna hållas rena med torra metoder. Ett viktigt syfte med föreliggande projekt är därför att bidra med en ökad kunskap, som medför att en ökad hänsyn av detta slag kan ske.

Litteraturen om våta rengöringsmetoder omfattar till stor del adhesionsfenomenet. En allmän kunskap därom bidrar till förståelsen också av de torra partiklarnas adhesion.

Tvättmedel kan minska nötningshårdigheten och de kan vara orsak till krympning i PVC-golv. Det gäller speciellt en grupp tvättmedel, som ger ett skydd mot stark adhesion av förnyad nedsmutsning.

För vått grus visade sig det bästa valet av golvmaterial vara en matta av PVC med låg halt fyllnadsmedel och med migreringsstabila mjukgörare. Det kan förstås så, att dess yta inte blir porös lika lätt under användning och genom rengöring, när den jämförs med linoleum och annat slag av homogena PVC-mattor även om de senare är behandlade med polyuretan.

Vid laboratiemässig nedsmutsning med torrt damm visade sig linoleum vara sämst, medan ett golvmaterial med tät yta av klar PVC var bäst. Det antyder porositetens betydelse. Att en provad plastfiltmatta var speciellt hårt nedsmutsad efter ett år har inte förklarats men kan sammanhånga med PVC-materialets komposition.

Graden av smutsighet på ytorna har kunnat särskiljas med reflektansmätning men inte genom visuell bedömning mot en gråskala.

Partiklarnas storlek är väsentlig, då smärre partiklar vanligen får en väsentligt högre adhesion, men teoretiskt kan förhållandet vara omvänt när de molekylära komponenterna dominerar som orsak till adhesionen.

En av anledningarna till att våta metoder oftast är mer effektiva än torra är att adhesionen av damm i omgivande luft är många gånger större än i en vätska. Speciellt låg är adhesionen i vatten, när partiklarnas och provets ytor har en största olikhet i vätkbarhet, så att den ena är hydrofil och den andra hydrofob. I torr atmosfär är det fördelaktigare att modifiera en hydrofob yta till hydrofil för att få lägre adhesion även av hydrofila partiklar.

Såväl partiklarnas som ytans kemiska sammansättning är således väsentlig för adhesionens storlek mellan dem. För kontroll av adhesionen bör därför partiklarnas natur undersökas och ytan väljas eller modifieras med hänsyn till resultatet.

Dammadhesion vid målade ytor har visats vara mindre när ytan är hårdare. Resultaten avser partiklar med viss rörelsehastighet, men det överensstämmer med teorin om fasta partiklar i vila. I det senare fallet gäller att adhesionen ökar snabbare med tiden om ytan är mjuk, då adhesionen såväl som yttre krafter (trafik) ger en ökande effektiv kontaktyta, som i sin tur medför att adhesionskrafterna ökar.

En hydrofob yta är att föredra, om vatten är närvarande under nedsmutsningen. Adhesionen blir mycket starkare när vattnet har avdunstat, speciellt i jämförelse med om vattnet aldrig hade varit närvarande.

Den relativa luftfuktigheten påverkar starkt storleken på adhesionen av damm. Redan efter fem minuter ökade adhesionens värde avsevärt, när fuktigheten översteg 65% RH. En av orsakerna är att fler grövre partiklar då upplöser sig till smärre, som har en högre adhesion.

Friktion är ett med adhesionen närbesläktat fenomen. I frånvaro av yttre normalkrafter härrör partiklarnas friktion från deras kontaktkrafter i form av adhesion till underlaget. Vid yttre kontaktkrafter ökar friktionen i motsvarande grad och mekanismen på t ex plastiska material överensstämmer: Adhensionskrafterna ökar genom att den effektiva kontaktytan ökar med tiden, den totala friktionen består till stor del av plogning och effekter med t ex lutande plan i mikrokontakten mellan ytorna är likartade, när ytorna skall glida på varandra.

Korrekt mätning av golvfriktion med hänsyn till halkrisker fordrar en sofistikerad mätapparat. Bl a får man beakta att glidningshastigheten varierar under halkningsförloppet. Även enklare utrustningar har dock visat sig acceptabla vid jämförande mätningar. Dessa kan väntas vara tillräckliga vid studium av friktionen mellan städredskap och golvytor.

Ytkemiska frågeställningar berör rengöringsfenomenet ur en mångfald synvinklar. Av relaterad litteratur framgår bl a betydelsen av att studera de yttersta ytskiktens kemiska karaktär. För det ändamålet har ett antal olika mätmetoder utvecklats. Av beskrivningarna kan man se, ESCA är den lämpligaste metoden för studium av partiklar på en polymer yta liksom av själva ytan.

3.1 Teoretisk ansats

I den redovisade litteraturen kan man utläsa att de torra partiklarnas adhesion till golvmaterial är ett komplicerat problem. Adhesionen påverkas här av ytans mjukhet och plasticitet, av porer och ytliga ojämnheter, av partiklarnas storlek och av deras inbördes adhesionsbenägenhet samt av fuktighet under och strax efter nedsmutsning. Dessutom framgår att friktionskrafter, som fordras för att tangentiellt bryta adhesionskrafterna, påverkas av i stort sett samma förhållanden.

Golvrengöring omfattar mekaniskt arbete, som vid våta metoder kompletteras med kemiskt i varierande grad för att vinna tid, mindre kraftinsats etc. Det mekaniska arbetet brukar ske genom att en kraft ansätts snett mot golvytan och det är främst kraftens tangentiella komponent längs golvytan, som svarar för rengöringsarbetet. Komposanten motverkas av en friktionskraft och därför motsvaras rengöringsarbetet till stor del av friktionsarbetet.

Det ligger nära till hands att bedöma adhesionskrafternas storlek genom att mäta den friktionskraft, som erfordras för att avlägsna den adherade smutsen. I princip är det vad som sker vid centrifugmetoden för mätning av adhesion. På en golvyta in situ kan det vara lämpligt att övervinna friktionen med hjälp av redskap, som i viss mån liknar städredskap.

Vid adhesionsmätning och mätning av rengörbarhet tillförs en viss mängd smuts av visst slag, därefter en viss mängd friktionsarbete eller en viss friktionskraft, varefter mängden resterande smuts mäts. Exempel på adhesionsstudium har också presenterats, där partiklar har avlägsnats från ytan intill dess att endast två procent av dem har resterat och den kraft uppmäts, som behövs för att uppnå det. Den senare principen överensstämmer bäst med mätning av städbarhet enligt uppställda definitioner.

Städbarhet bör kunna mätas genom att en viss smutsmängd sprids ut på en golvyta och att det arbete eller den kraft mäts, som fordras för att uppnå god renhet på golvytan. Eftersom fet smuts vanligen fordrar våtrengöring utan att fordra någon speciell ökning av det mekaniska arbetet, bör den tillsatta smutsen inte innehålla fett vid mätning av städbarhet för torra metoder.

Om smutsen sprids i form av en finkornig, fuktig pasta, kan den tränga in väl i ytans ojämnheter. Pastan bör få tid att torka och stelna och för att utveckla en viss, tidsberoende adhesion.

Pastan bör vara lättillgänglig i allmän handel, utan att dess sammansättning behöver väntas vara föremål för större förändringar med korta intervall. En svärtning av pastan underlättar bedömningen av den tidpunkt, då den helt eller i det närmaste helt har avlägsnats genom tillfört arbete.

Förutom det torkade pastaskiktets adhesion till golvytan kan det förutsättas att dess kohesion kommer att påverka uppmätta friktionsvärden. Om kohesionen är mycket mindre än adhesionen, kommer det mesta av pastan att avlägsnas vid låga friktionsvärden, medan adhesionskraften avgör den kraft som uppmäts när ytan blir ren. Om kohesionen är mycket större än adhesionen, kommer all pastan att avlägsnas i en sammanhängande kaka. Det skulle ge en överdimensionering av ytojämnheternas inverkan på det erhållna mätvärdet.

Om pastans kohesion och adhesion är av samma storleksordning eller kohesionen är en hel del svagare, kommer kohesionen och ytojämnheterna att styra när huvuddelen av pastan avlägsnas, medan det slutliga mätvärdet inte påverkas. En viss mängd pasta kommer att kunna låsas av ytojämnheter, efter det att pastans kohesion har övervunnits, men denna effekt har en motsvarighet i det praktiska städningsarbetet.

3.2 Förberedande försök

Bedömning av städbarhet har gjorts på ett antal prover av golvmaterial, vilkas ytkaraktär framgår av tabell 1. Proverna försågs cirka en timma före bedömning med en svart pasta genom att denna ströks ut till en relativt tunn fläck, mellan två och fem centimetr i diameter, med hjälp av en slätspackel. Pastan utgjordes av en genom irörning av rittusch svärtad tandkräm.

Bedömningen utfördes av grupper om vanligen tre elever vid golvvårdskurser på lokalvårdsledarenivå. En av gruppmedlemmarna skötte nedfläckningen av proverna. En av de övriga genomförde en jämförelse av erforderad kraft för att med en tuss bomullstrassel torka bort de svarta fläckarna. Slutligen genomförde gruppen gemensamt en bedömning av städbarheten efter en femgradig skala, där prov som lättast blivit helt rena får bedömningen 1 och prov, som trots mycket arbete ändå håller kvar störande mycket svärta, får bedömningen fem. Gruppen strävade alltså efter att dels ta hänsyn till bedömningen av det torra rengöringsarbetet och dels, när rengöringen inte hade lyckats, avgöra om resterande svärta var måttlig eller störande.

Resultatet av sexton gruppers bedömningar presenteras i tabell 2. Ett par grupper har funnit svårigheter i att särskilja 6-8 lätt rengjorda prover och givit dem alla bedömningen 1, medan en annan grupp inte har ansett att något prov var värt denna bedömning. Olika summa bedömningspoäng har på så sätt utdelats av olika grupper, som i tabell 2 har numrerats efter poängsumornas storlek. Även materialproverna har numrerats efter den poängsumma, som de har belastats med.

Bedömningen av varje materialprov visar ofta en god samstämmighet, om hänsyn tas till de skilda gruppernas bedömningsnivåer. Vissa materialprov visar en större variation på grund av osäkerheten i att avgöra det nedlagda arbetets betydelse såväl som dess storlek.

Tabell 1 Provers material och ytkaraktär

Prov	Beskrivning
1	Platta av PVC med kvartsfyllnad. Ytpressad slät.
2	Badrumsmatta med klart PVC-skikt. Prägling: ådrad.
3	Väggmatta med klar PVC. Prägling: kullar.
4	Objektmatte med klar PVC. Prägling kullar.
5	Objektmatte med klar PVC och PU. Prägling: kratrar.
6	Bostadsmatte med klar PVC och PU. Prägling: kratrar.
7	Objektmatte med klar PVC. Prägling: kornig.
8	Objektmatte av homogen PVC. Slät.
9	Homogen PVC med PU. Prägling: upphöjda kvadrater.
10	Halkskyddsmatte med klar PVC och kvartskorn.
11	Linoleum av normaltyp.
12	Keramisk platta. Slät.
13	Halkskyddsmatte med PVC och karborundum. Kullrig yta.
14	Halkskyddsmatte med PVC och sandfyllning. Slät och porös.

Tabell 2 Bedömningsvärden från 1 till 5

Grupp:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	S:a
Prov:																	
1	2	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	2	2	1	3	24
2	1	2	1	1	1	3	2	1	1	2	2	2	1	3	2	2	27
3	1	2	1	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1	3	4	28
4	1	2	1	2	2	2	1	1	3	2	1	3	3	3	3	2	32
5	1	1	1	1	1	1	4	2	3	3	2	4	2	3	1	3	33
6	1	1	1	1	2	4	3	2	3	3	3	3	2	3	4	4	41
7	1	3	3	2	3	1	2	4	4	3	3	1	3	4	3	2	42
8	1	2	4	3	1	1	2	3	2	3	4	3	5	2	5	2	43
9	1	2	3	3	3	4	4	3	2	4	5	5	4	2	2	3	50
10	2	1	2	4	4	3	5	2	3	5	2	3	4	2	4	5	51
11	2	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	3	5	3	3	55
12	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	73
13	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	77
14	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	79
S:a	26	35	36	37	38	40	42	42	43	43	44	45	45	45	46	48	655

Klara riktlinjer skulle kunna utläsas ur rangordningen i tabell 2, om variationerna i bedömningspoäng hade varit mindre. Det kan endast uppnås genom att göra bedömningen mer objektiv. Trots bedömningsens subjektivt och fria genomförande har ändå poängsummorna placerat golvmaterialen i en rangordning, som överensstämmer med logiska förklaringar. Bedömningsresultaten stöder därigenom den teoretiska ansatsen till en metod att använda för bedömning av städbarheten.

Bedömningen av nedlagd avtorkningskraft kan ersättas med en mekanisk mätning av den friktionskraft, som erfordras för att övervinna pastans adhesion till golvytan. Bedömningen av resterande, absorberad pasta kan mätas genom mätning av ytans förändrade ljushet. I den kombinerade egenskapen bör ljushetsförändringarna endast särskilja golvmaterial med sämst städbarhet, eftersom städbarhetsmätningen egentligen endast skall ge skillnader i erfordrade resurser för att uppnå en acceptabel renhetsnivå.

En utvecklingsmöjlighet för städbarhetsmätningen innebär att olika grad av vätning, tillsatser av kemisk-tekniska medel och andra resurser kan behöva tillsättas för att åstadkomma en ren yta. Mätning av dessa resurser bör då ersätta den ljushetsmätning, som tills vidare föreslås särskilja golv med sämst rengörbarhet.

3.3 Utkast till mätmetod

- a Mätobjekt
Metoden är avsedd för mätning på golv i användning, oavsett ålder, ytbehandling, slitageskador eller andra avvikelser från nytt material.
- b Definition
Metoden skall ge ett värde på golvets aktuella städbarhet, varmed avses den friktionskraft som erfordras för att avlägsna adherad, torr smuts medelst torr avtorkning under rådande lokala förhållanden.
- c Kompletterande mätning
För golv som inte är helt städbara med torr avtorkning skall städbarhetsmätningen kompletteras för att också ge mätvärden på golvets porositet och annan absorption.
- d Smutsalternativ
Mätning av städbarhet kan ske med avseende på den smuts,
1. som vid ett ordinarie städningstillfälle förekommer på representativ del av lokalens golvyta, eller
2. som med en sammansättning enligt nedan påläggs på en mätsträcka med 5 cm bredd och 25 cm längd av golvytan.
- e Sammansättning av smuts för alternativ d2
En blandning av standardtandkräm (från KF) och rittusch i tillräcklig mängd för att få en svart pasta.
- f Apparat
En friktionsmätare, utformad med en tryckkropp av 5x5 cm tryckarea, beklädd med engångsmoppduk och förbunden med en dynamometer till mittpunkten av kortändan av en ram med 20x5,2 cm innermått runt tryckkroppen. Ramen är på en långsida försedd med en skala med lättglidande index, som förflyttas längs skalan när ramen flyttas och tryckkroppen står stilla genom att tryckkroppen är försedd med en tvärställd visare som når nämnda index. Då tryckkroppen börjar glida, skall nämnda index inte längre röra sig längs skalan. Ramens utsida mitt för fjäderfästet är förbunden med en motor, som står på golvet och som kan dra ramen med en viss hastighet.

- g Förberedelse för mätning
Index på ramen kalibreras, så att dess utslag kan ge värden på friktionskraft ur ett diagram.
Lokalens temperatur och relativa luftfuktighet noteras liksom möjliga informationer om golvytans art, ålder, ytbehandling, kondition mm och om nedsmutsningens art. Inför alternativ d2 bestryks avsedd golvyta med angiven pasta, som får torka minst 30 och högst 90 minuter före mätningens början respektive avslutning.
- h Genomförande
Friktionsmätaren placeras med avlastad fjäder så att tryckplattan befinner sig i en ända av mätsträckan och motorn utanför den andra ändan. Den lägsta av en serie vikter placeras på tryckkroppen och motorn startas. En serie mätningar inleds med att tryckkropp och ram placeras i utgångsläge och allt större vikter placeras på tryckkroppen. Vid varje mätning noteras viktens storlek, indexutslag för statisk och för dynamisk friktion. Efter varje mätning noteras dessutom huruvida mätsträckan har blivit renare. När den inte synes bli renare avbryts mätserien.
- i Beräkning
Städbarheten bör uttryckas som ett korrigerat värde på den dynamiska friktionskoefficientens avvikelser från talet 1, gärna betecknat som ett procenttal. Korrigeringen bör omfatta storleken av tryckkroppens slutliga normalkraft, den slutliga friktionskraften eller antalet mätningar om ingått i mätserien. Då reflektans mäts, beräknas förhållandet mellan dess värden efter avtorkningsserien och före nedsvärtingen.
- j Redovisning
Erhållna mätvärden, observationer och beräkningar bör redovisas i oavkortat skick intill dess att parametrarnas inbördes påverkan har undersökts.

4 FÖRSLAG TILL SPECIFIKA MÄTMETODER

4.1 Porositet

Alternativ 1

Mätning av neutronstrålning, som utvecklas under gammabestrålning av berylliumhaltig porfyllnad. Mätapparaturen är bärbar och snabb och mätvärdena kan omräknas till storlek på porerna (Bochenin 83).

Alternativ 2

Bestämning av resterande svärtning efter städbarhetsmätning enligt avsnitt 3. Antingen mäts reflektansförändring med Hunter-Lab modell D25 Color-difference meter eller mikrofotograferas ytan med efterföljande räkning av porerna i en serie storleksgrupper.

4.2 Migrering

Svärtning sker med en utvecklad pendelapparat (Born 76). De svarta märkena övertäcks under lämplig tid, varefter ytlig svärta avlägsnas med lämpligt tvättmedel. Resterande svärta mäts enligt alternativ 2 under punkt 4.1. Vid tillämpning av både reflektansmätning och mikrofotografering kan skillnader kontrolleras mellan porbunden och migrerad svärta.

4.3 Smutsande partikelmaterial

Den kemiska sammansättningen av föroreningar på ett golv analyseras med hjälp av ESCA, vilket enligt uppgift kostar omkring 500 kr/prov inklusive apparatur och analysarbete. Smutspartiklarna kan uppfångas med hjälp av en för ändamålet lämplig tejp.

4.4 Golvmaterialets ytkaraktär

Den kemiska sammansättningen av golvmaterialets yttersta ytskikt analyseras likaså med hjälp av ESCA. Proverna utstansas ur golvmaterialet, om inte tejp eller avskrapning kan frigöra ytskiktet med acceptabel noggrannhet.

4.5 Friktion

Befintlig golvytas friktion före dess avstädning mäts med samma utrustning som används vid städbarhetsmätning. Därvid väljs tryckkroppens belastning så att normalkraften överensstämmer med vad som är normalt för en städmopp.

LITTERATUR

- Arnebrant T, Nylander T & Bäckström K, 1986. Ellipsometri: Mäter brytningsindex för reflekterande material. Kemisk Tidskrift 1986:10, 57-63.
- Arthursson A & Sandsten S, 1981. Arsbrukskostnadsberäkning - metoder. Byggnadsstyrelsens rapporter 153. 1981:12. Stockholm.
- ASTM D 4518-85, 1986. Standard methods for measurement of static friction of coating surfaces. 1986 Annual Book of ASTM, Vol 06.01, 1045-1048.
- Aveyard R, 1973. An introduction to the principles of surface chemistry. Cambridge. 232 s.
- Ballance P E, Morgan J & Senior D, 1985. Operational experience with a portable friction testing device in university buildings. 2nd Bien Conf of slipping, tripping and falling accidents, Apr 1984. Ergonomics 28:7 (Jul 1985), 1043-1054.
- Bartenev G M, 1981. Friction and wear of polymers. Elsevier, Amsterdam.
- Behre B, 1984. Inredningsmaterialens inverkan på total-ekonomin. SIFU kurskompendium: Lokalvårdsekonomi för "icke ekonomer", avsnitt 8. Stockholm.
- Behre B, 1986. Städbarhet hos golv - Enkät till berörda inom lokalvården. Byggforskningen R25:1986. 75 s.
- Berbeco G R, 1984. Coping with static electricity. Part XLVII: ESD floor protection systems for clean room environments. Eval Eng 23:6 (Jun 1984), 96-109 (5 s).
- Berggren K, 1984. Val av golvbeläggningar i järnvägsvagnar. Svenska Golvrådet informerar 17-18/1984. 10 s.
- Bochenin V I, 1984. Photoneutron inspection of surface integrity. Sov J Nondestructive Tests 20:7 (Jul 1984), 458-460.
- Born A, 1976. En sort streg i regningen. Renhold Vedligehold 3(1976):6, 10-12.
- Boström M & Asnes H, 1977. Provnings-, rengörings- och förbehandlingsmetoder för syntetiska material använda i den inre bostadsmiljön. Delprojekt IV. Byggforskningen. Rapport R82:1977. Stockholm.
- Boxall J, 1985. Paint testing: A survey of modern techniques. II Surface and interface studies. Pigment and Resin Technology 14(1985):10, 4-6
- Brewis D M, 1982. Surface analysis and pretreatment of plastics and metals. Applied Science. London.

- Brewis D M, 1985. An overview: 2. Methods of assessing adhesion levels & 3. Factors affecting adhesion. Brewis D M & Briggs D (Editors), 1985. Industrial adhesion problems. Orbital. Oxford. 1-14.
- Briggs D, 1985. Analytical techniques for investigating adhesion problems. Brewis D M & Briggs D (Editors), 1985. Industrial adhesion problems. Orbital. Oxford. 15-47.
- Bring C, 1964. Friktion och halkning. Byggnadsforskningens rådets. Rapport 112. KTH, Konstruktionslära. Bulletin 16. Stockholm. 152 s.
- Bring C, 1978. Provning av halksäkerhet. KTH, Byggnadsteknik. Meddelande 115. Stockholm.
- Bring C, 1983. Golv. Svensk Byggtjänst. Rapport 13. Stockholm. 211 s.
- Bäckström K, 1986. Hydrofila golv är lättare att rengöra. Kemisk Tidskrift 1986:11, 50-54.
- Bäckström K, Engström S, Lindman B, Arnebrant T & Larsson K, 1984. Cleaning of polymer and metal surfaces studied by ellipsometry. Journ Colloid and Interface Science 99:2 (June 1984), 549-552.
- Chaffin D B & Andres R O, 1982. Evaluation of three surface friction measurement devices for field use. Michigan Univ, Ann Arbor Occupational Safety and Health Administration (002797000), Sep 82, 84 s.
- Deryagin B V, Krotova N A & Smilga V P, 1978. Adhesion of solids. Studies in Soviet science: Physical sciences series. Consultants Bureau. New York. 6 + 457 s.
- Efremov G A, Marushchak N V, Ol'khova M B & Strykanov V S, 1985. Chemical state of surface and adhesion properties of epoxy compounds. International Polymer Science and Technology 12:3, T/77-79.
- Emerson J A et al, 1984. Wetting hydrosol deposition on surfaces. II Charge injection measurements. ASC, Abs of papers, 186th meeting 1983. Div of Colloid and surface chem, ABS 81.
- Fletcher J F, 1986. Instruments for coating inspection. J Protect Coat Linings 3(1986):5, 36-41.
- Friedrich K, 1986. Friction and wear of polymer composites. Composite materials Series 1. Elsevier. New York. 465 s.
- Gillberg - La Force G, 1974. Framtida test-, rengörings- och förbehandlingsmetoder för syntetiska material använda i hemmiljön. Ytkemiska Institutet. Rapport. 17 s.
- Green E A, 1978. Getting down to floor maintenance. Int Plant Eng and Maint Exhib and Conf, PEMEC '78, Conf Pap, Birmingham, England, Dec 4-8, 1978. Calpp and Poliak. London. 1-182.

- Gregg S J, 1961. The surface chemistry of solids. Chapman & Hall. London. 393 s.
- Gregg S J & Sing K S W, 1967. Adsorption, surface area and porosity. Academic Press. London. 303 s.
- Haesen G et al, 1983. Effect of gamma-irradiation on the migration behaviour of organo-tin additives in PVC. J Ind Irradiate Technol 1(1983):3, 259-280.
- Harkins W D, 1952. The physical chemistry of surface films. New York. 413 s.
- Harper W R, 1967. Contact and Frictional Electrification. Oxford U Press. Oxford.
- Heard H & Marsh P, 1981. Floor finishes. Hard floorings. Products in practice. The architects' j 174(1981):40, 705-721.
- Hellström B, Jahr A & Greger I, 1970. Gulvrensjöring. Rapport. Yrkeshygienisk Institutt. Oslo. 35 s.
- Hjalmar S, 1983. översikt över golvskyddsmedel. Svenska Golvrådet informerar 1/1983, 4 s.
- Holst H-A, 1972. Några konsumentsynpunkter på golvmaterials totalekonomi. Föredrag vid 1972 års golvriksdag. Stockholm. Opublicerad. 7 s.
- Hjalmar S, 1985. Hög "aktivhalt" betyder inte effektivare rengöringsmedel. Kemisk Tidskrift 1985:5, 51-55.
- Irvine C H, 1986. Evaluation of the effect of contact-time when measuring floor slip resistance. J Test & Eval 14:1 (Jan 1986), 19-22.
- Jansson B, 1981. Golvet i blickpunkten. Byggnadskonst 3/81, 45-46 & 49.
- John W, 1976. Contact electrification applied to particulate matter-monitoring. Symposium on fine particles. Minneapolis, Minnesota, May 28-30 1975. Liu B Y H (Editor), 1976. Fine particles. Aerosol generation, measurement, sampling and analysis. Academic Press. New York. 650-667.
- Kallay N & Babic D, 1986. Adsorption at solid/solution interfaces. II Surface charge and potential of spherical colloidal titania. Colloid & Surfaces 19(1986):4, 376-386.
- Labib M E & Williams R, 1984. The effect of processing additives on the surface properties of polyvinyl chloride. Colloid & Polym Sci 262:7 (Jul 1984): 551-556.
- Larsson N & Eriksson J C, 1982. Adhesion of Fe₂O₃ and SiO₂ particles to some chemically modified polymer surfaces. Georges J M (Editor). Microscopic aspects of adhesion and lubrication. Elsevier. Amsterdam. 177-183.

- Lee L, 1977. Characterization of metal and polymer surfaces. 2 Polymer surfaces. Academic. New York.
- Linn G, 1985. Badrum och städning. Byggforskningsrådet. Rapport R 103:1985. Stockholm.
- Lönn R & Lööf R, 1982. Utformning av offentliga lokaler med hänsyn till städning. Byggforskningen. Rapport R12:1982. Stockholm. 309 s.
- Malkin F & Harrison R, 1980. Small mobile apparatus for measuring the coefficient of friction of floor. J Phys & Appl Phys 13:5 (May 14, 1980), L77-L79.
- Marmur A, Chen W & Zografi G, 1986. Characterisation of particle wettability by the measurement of floatability. Journal of Colloid and Interface Science 113:1 (Sep 1986), 114-120.
- Nadler C-J, 1982. Electrical requirements of the antistatic floor. Tech Mitt PTT 60(1982):5, 224-237.
- Polak P, 1979. Systematic errors in engineering experiments. Macmillan. Hong Kong.
- Relke S, 1981. Förslag till ergonomiskt anpassade städhjälpmedel. Rapport. Företagshälsovården. Ängelholm.
- Rustad A H, 1980. Gjennomtenkt byggeløsning og godt gulvbelegg reduserer utgiftene. Teknisk Ukeblad 127:26 (Jun 1980), 25-26.
- Schultz G, 1985. översikt över golvrengöringsmedel. Svenska Golvrådet informerar 1/1985, 3 s.
- Senior D, 1982. Testing floors for slipperiness. Safety Surveyor 1982:10, 30-34.
- Seymour R B & Carraher C E, 1984. Structure-property relationships in polymers. Plenum. New York.
- Rance D G, 1985. Thermodynamic approach to adhesion problems. Brewis D M & Briggs D (Editors), 1985. Industrial adhesion problems. Orbital. Oxford. 48-86.
- Statens Stådotredning, 1970. Den statliga lokalvårdens organisation. Betänkande. Finansdepartementet 1970:13. Stockholm. 139 s.
- Svensk Standard, 1982. Golvmaterial. Bedömning av friktionstal vid halkning. SS 92 35 15.
- Svensson H & Claesson E C, 1984. Arbetsmiljön för lokalvårdarna vid BMC (Biomedicinskt Center). Uppföljning av Byggnadsstyrelsens försök med nytt golvvårdsprogram. Rapport. Statshälsoan. Karlskrona.
- Svensson S & Klang R, 1978. Elektronerna avslöjar materien. Uppsala Universitet, Fysiska Institutionen. Uppsala. 20 s.

Walls J M, 1985. Surface analytical techniques: their developing role in the characterisation of surfaces, thin films and surface coatings. Trans Inst Met Finish Feb 1985, 163-168.

Van Ooij W J, 1985. Metal-polymer interfaces. Brewis D M & Briggs D (Editors), 1985. Industrial adhesion problems. Orbital. Oxford. 87-127.

Warlow W J & Pye P W, 1979. The effects of some cleaning materials on pvc flooring. Building research establ. Dep of environment. Current Paper CP 9/79. 12 s.

Webb R L & Brinen J S, 1983. Household applications of surface analysis - vinyl floor finishes. Surface and Interface Analysis 5:3 (June 1983), 89-92.

Whitfield W J, 1979. A study of the effects of relative humidity on small particle adhesion to surfaces. Surface Contamination. Plenum 1(1979), 73-81.

Zimon A D, 1969. Adhesion of dust and powder. New York. 424 s.



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 860236-1
från Statens råd för byggnadsforskning till KTH,
Arkitektursektionen, Konstruktionslära, Stockholm.**

R77: 1987

ISBN 91-540-4770-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6707077

**Abonnemangsgrupp:
T. Fastighetsförvaltning**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirkapris: 33 kr exkl moms