

LUND UNIVERSITY

Beständighet hos putsade fasader : probleminventering

Sandin, Kenneth

1998

Link to publication

Citation for published version (APA):
Sandin, K. (1998). *Beständighet hos putsade fasader : probleminventering*. (Rapport TVBM; Vol. 3079). Avd Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola.

Total number of authors:
1

General rights
Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.
• Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
• You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
• You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: https://creativecommons.org/licenses/

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

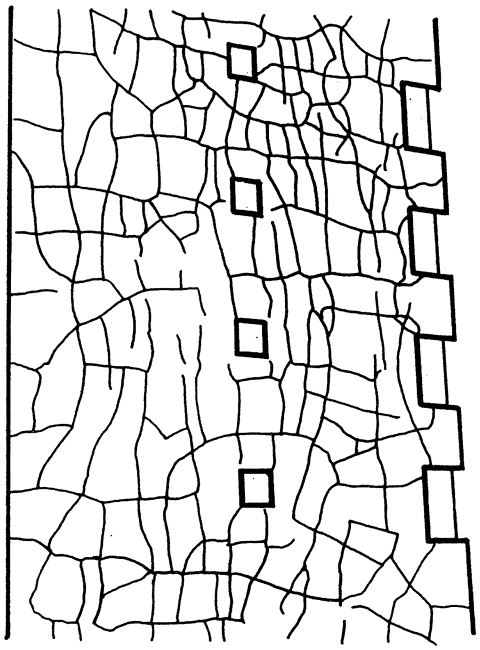
PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

LUNDS UNIVERSITET
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Byggnadsmaterial

BESTÄNDIGHET HOS PUTSADE FASADER

Probleminventering

Kenneth Sandin



Rapport TVBM-3079
Lund, 1998

LUNDS UNIVERSITET
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Byggnadsmaterial



BESTÄNDIGHET HOS PUTSADE FASADER

Probleminventering

Kenneth Sandin

Rapport TVBM-3079
Lund, 1998

INNEHÅLL

FÖRORD 3

INNEHÅLL 5

SAMMANFATTNING 7

1 INLEDNING 9

2 ÖVERSIKTLIG PROBLEMINVENTERING 11
2.1 Genomförande 11
2.2 Problemöversikt 11
2.3 Sprickbildning i puts på isolering 14
2.4 Missfärgning av mineraliska ytskikt 16

3 INTERVJUER MED ENSKILDA PARTER 19
3.1 Genomförande 19
3.2 Fastighetsförvaltare i Göteborg 19
3.3 Fastighetsförvaltare i Stockholm 20
3.4 Fastighetsförvaltare i Malmö 20
3.5 Putsentreprenör i Stockholm 21
3.6 Putsentreprenör i Malmö 22
3.7 Putskonsult i Stockholm 23
3.8 Leverantör av olika putsmaterial och tilläggsisoleringssystem i Göteborg 23

4 BESIKTNINGAR I SAMBAND MED INTERVJUER 25
4.1 Genomförande 25
4.2 Sprickbildning i puts på isolering 25
4.3 Missfärgningar 28

5 AVGRÄNSNINGAR I DEN FORTSATTA INVENTERINGEN 31

6 LITTERATURSTUDIER 33

7 FÖRSLAG TILL FORSKNINGSPROGRAM 39
7.1 Allmänt 39
7.2 Sprickbildning i puts på isolering 39
7.3 Missfärgningar 42

LITTERATUR 45

FOTOBILAGA 49

SAMMANFATTNING

De flesta problem i samband med putsade fasader är enbart av estetisk natur. Detta medför ofta att olika parter kommer till olika slutsatser när problem ska bedömas. Beställare, konsulter, materialtillverkare och entreprenörer kan ha helt olika uppfattningar, både när det gäller ansvarsfrågan och allvarligheten i problemet. Beställaren kan till exempel hävda att han inte beställt en fasad med missfärgningar eller sprickor. Materialtillverkaren kan å sin sida hävda att ojämn kulör ligger i färgtypens natur. En intressant fråga blir då var gränsen går mellan "normal ojämn kulör" och "missfärgning".

Inom branschen har det framkommit flera önskemål om att i detalj analysera vissa beständighetsproblem. Olika parter har prioriterat helt olika problemområden. Med anledning härav beslöts att genomföra en probleminventering, som sedan skulle ligga till grund för ett långsiktigt forskningsprogram. Föreliggande probleminventering har genomförts i huvudsak genom litteraturstudier och intervjuer med fastighetsförvaltare, konsulter och entreprenörer.

De helt dominerande problemen ansågs vara *sprickbildning i puts på isolering* och *missfärgning av mineraliska ytskikt.*

I rapporten redovisas ett 10-tal typiska exempel på de vanligaste problemen, utan att diskutera skadeorsaker eller ansvarsfrågor.

Probleminventeringen avslutas med ett översiktligt forskningsprogram med inriktning på sprickbildning i puts på isolering och missfärgning av mineraliska ytskikt. Bland annat föreslås omfattande datorberäkningar och laboratorieundersökningar för att analysera olika faktorers inverkan på sprickbildningen.

När det gäller missfärgningar föreslås ett utarbetande av en generell provningsmetod för att bedöma olika ytskikts känslighet för missfärgningar och klargörande av olika faktorers inverkan på missfärgningen.

1 INLEDNING

Problem i samband med fasader är ofta väl synliga och gör sig alltid påminda. Detta medför att många av problemen "förstoras" och sprider en rädsla för fasadens framtida bestånd. Olika personer bedömer ofta förekommande problem eller "skavanker" på olika sätt. Beställare och entreprenör kan ha helt olika uppfattning i en viss situation. Beställaren kan till exempel anse att vissa färgskiftningar på fasaden är oacceptabla medan entreprenören anser dem som naturliga. Gränsen mellan acceptabelt och oacceptabelt kan variera mycket kraftigt mellan olika personer.

De flesta problem med putsade fasader är enbart av estetisk natur. Är det fråga om rent tekniska problem, till exempel putsnedfall, är alla överens om att det föreligger ett fel. Ansvarsfrågan i dessa fall är ofta relativt enkel att avgöra.

När det gäller rent estetiska defekter är situationen annorlunda. Beställaren kan till exempel hävda att han inte beställt en fasad med missfärgningar eller sprickor. Vidare kan han fråga sig vad defekterna betyder på lång sikt. Kommer det att ske en snabbare nedbrytning med risk för kortare underhållsintervall? Även ansvarsfrågan är ofta svår att lösa i samband med många estetiska defekter. Det är inte ovanligt att beställare, materialleverantör och entreprenör har helt skilda uppfattningar. Många av dessa problem kan betraktas som informationsproblem och i vissa avseenden bristfälliga beskrivningar där olika begrepp sammanblandas. Beställaren är ofta dåligt informerad av konsekvenserna av olika alternativ.

Många inom branschen anser att problemen ökat på senare tid. Speciellt nämns missfärgningar av mineraliska putser och färger samt sprickbildning i puts på isolering. Det förekommer till och med fall där beställare undviker vissa färger och vissa tilläggsisoleringssystem med ytskikt av puts på grund av rädslan för framtida problem.

Med anledning av ovanstående känsla av att problemen inom branschen ökat på senare år har det från flera håll framförts önskemål om att studera de allvarligaste problemområdena i detalj. För att kunna fastställa vilka problem som anses allvarligast beslöts att börja med en relativt bred inventering. Denna inventering har genomförts på olika "nivåer". Syftet har varit att kartlägga problemen och deras omfattning. Tanken var inte att lösa problemen i denna inledande etapp. Om möjligt skulle dock olika uppfattningar om problemens orsaker insamlas.

Inventeringen har i huvudsak innehållit följande moment:

- Diskussioner i en referensgrupp med företrädare för konsulter, entreprenörer, beställare och materialtillverkare.
- Intervjuer med enskilda företrädare för konsulter, entreprenörer och beställare.
- Litteraturstudier.
- Erfarenheter från egna besiktningar och skadefall.

Tanken med denna uppdelning var att dels få en helhetsbild av situationen och dels att få en uppfattning av hur olika parter inom branschen uppfattar situationen.

Med utgångspunkt från inventeringen har sedan ett långsiktigt forskningsprogram utarbetats. Detta program ska sedan ligga till grund för en ansökan om ett forskningsbidrag för 3-årsperioden 1998-2000.

2 ÖVERSIKTLIG PROBLEMINVENTERING

2.1 Genomförande

För att få en plattform för en bred inventering av problem i samband med putsade fasader inleddes projektet med ett möte med representanter för olika intressenter inom branschen.

Syftet med detta möte var att identifiera olika problem. Det var inte fråga om att analysera orsaker till problemen eller ansvarsfrågor. Däremot var tanken att försöka rangordna problemens omfattning och grad av allvar.

För att få en förutsättningslös identifiering av problemen deltog en representant för vardera tillverkare, konsult, förvaltare och entreprenör. De deltagande var ledamöter i referensgruppen till projektet. Det kan självklart inte undvikas att denna första identifiering och rangordning delvis speglades av deltagarnas egna erfarenheter och uppfattningar. Genom fortsatta intervjuer och besiktningar skulle dock en relativt generell bild kunna skapas.

För att försöka vara så objektiv som möjligt nämns inga namn, fabrikat eller specifika objekt.

2.2 Problemöversikt

Sprickbildning i puts på isolering

Detta förefaller enligt de närvarande vara det helt dominerande och mest svårlösta problemet och behandlas i ett eget avsnitt.

Missfärgning av vissa oorganiska ytskikt

Även om det finns många möjliga förklaringar till problemet förefaller det vara ett ganska omfattande och i praktiken svårlöst problem. Problemet med missfärgningar behandlas i eget avsnitt.

Beständighet hos armering i puts

Att det förekommer allvarliga korrosionsangrepp på armering i murverk är välkänt. En naturlig fråga blir då "hur beständiga är armeringsnät i puts?" En enhetlig uppfattning var att korrosionsskyddet på dagens armeringsnät är tillfredsställande. Tidigare har vissa problem förekommit. Detta måste dock betraktas som "olycksfall i arbetet". Problemet ansågs inte angeläget att studera ytterligare.

Armeringens läge i putsen

En allmän uppfattning var att armeringens läge i praktiken är mycket svår att behärska. Olika infästningsanordningar medför helt olika krav och hänsynstaganden. I vissa system ska putsen hänga fritt. I andra system ska putsen förankras styvt. Ett gemensamt problem är att armeringen hamnar på olika djup i putsen i alla system. Vid infästningen

hamnar nästan hela putskakan utanför armeringsnätet. I fältmitt kan i bästa fall armeringsnätet hamna mitt i putsen. Ett modifierat system som kan "styra" nätets placering i putsen efterlystes. Från många håll framfördes att man bör grunda innan armeringen monteras. Detta medför dock en fördyring.

Problemställningarna hänger samman med problemen om sprickbildning i putsen och diskuteras ytterligare under denna rubrik.

Glasfiberarmering eller stålnätsarmering

I denna fråga rådde stor oenighet. Å ena sidan framfördes att problem aldrig förekommer med glasfiberarmering. Å andra sidan framfördes att problem aldrig förekommer med stålnät. Någon enhetlig uppfattning kunde inte uppnås.

Uppenbarligen är armeringens roll oklar och behöver analyseras ytterligare. Frågeställningen hänger klart samman med frågan om sprickbildning i putsen.

Nedsmutsning av organiska ytskikt

Även i denna fråga var oenigheten stor. Det förekom uppfattningar att organiska ytskikt höll sig renare och att oorganiska ytskikt var bättre ur denna synpunkt. Efter en diskussion enades gruppen om att det finns organiska ytskikt som är mycket bra ur nedsmutsningssynpunkt. Å andra sidan finns det ytskikt som blir smutsiga mycket snabbt. Detta ansågs vara välkänt sedan länge och är enbart ett informationsproblem.

Att starta någon forskning inom området ansågs inte meningsfullt.

Genomslag av fenolhartser från isoleringen

Detta är ett gammalt problem som har förekommit vid enstaka tillfällen. Problemet har i stort sett löst av mineralullstillverkarna och någon forskning inom området är inte aktuell även om genomslag fortfarande förekommer då och då. Genomslagen försvinner normalt efter en tid.

Brukskvalitet till olika skikt i puts på isolering

Från flera håll framkom stor irritation över att leverantörerna till olika isolersystem rekommenderar olika brukskvaliteter. Vidare ändrar en och samma leverantör ofta sina rekommendationer. Först rekommenderar man ett starkt grundningsbruk och ett något svagare utstockningsbruk. Efter en tid rekommenderas att använda utstockningsbruket i båda skikten. Efter ytterligare en tid återgår man till den ursprungliga rekommendationen.

En provocerande fråga som ställdes var om tillverkarnas rekommendationer sker "på känn" och efter önskemål från branschen eller om det ligger några tekniska motiv bakom olika rekommendationer? Sker all utveckling genom praktiska fullskaleförsök? Flera sådana irriterade frågeställningar framkom.

En annan fråga som ofta diskuterats är skillnaden mellan traditionella bruk och de så kallade "lättbruken". Med lättbruk avses i princip ett vanligt KC-bruk med tillsatser

som medför att densiteten minskar. Möjligen ändras även andra egenskaper. I denna fråga förefaller kunskaperna mycket begränsade.

Frågeställningen har ett klart samband med frågan om sprickbildning i puts.

Rutmönster i puts på lättklinkermurverk

Detta är ett vanligt fenomen. Orsaken till rutmönstret är uppenbar. Olika fukt- och temperaturförhållanden över fog och mursten medför alltid detta fenomen. Detta är klart visat i tidigare forskningsprojekt.

Vill man undvika fogmönstret måste fukt- och temperaturförhållandena utjämnas. Det traditionella sättet är att välja en relativt tjock flerskiktsputs. Teoretiskt finns det även andra möjligheter att utjämna fuktförhållandena. Att enbart applicera ett relativt tunt putsskikt medför dock alltid mer eller mindre rutmönster efter några år, främst vid fuktig väderlek.

Området ansågs inte vara forskningsbart. Det är i stället ett rent informationsproblem.

Flagning av tunnputs på tegelmurverk

En tunnputs direkt på tegel medför vid enstaka tillfällen ett putsen flagnar snabbt. Orsaken är oklar men torde vara beroende av fukt- och frostpåverkan. Även om orsaken är oklar så finns det en lösning, nämligen att grunda först.

Problemet är mycket intressant ur en rent vetenskaplig synvinkel. Ur praktiskt synvinkel är det mer att betrakta som ett informationsproblem. Beställaren måste helt enkelt upplysas om riskerna med ett enda tunt putsskikt på tegel.

Även om forskning inom området är intressant ansågs sådan forskning inte vara prioriterad. Andra problemområden ansågs viktigare.

Frostskador

Frostskador i olika form förekommer sporadiskt. Det är dock inget generellt problem. En långsiktig grundläggande forskning inom området är önskvärd. I dagsläget finns det andra mer akuta problem att studera.

Blankfläckar

Med blankfläckar avses att ytputsen "flyter ihop" och ger lokala blanka fläckar så att hela fasaden upplevs som kraftigt missfärgad. Orsaken till problemet är känd och problemet betraktas helt som ett appliceringstekniskt problem.

Området är inte forskningsbart. Möjligen kan tillverkarna utveckla produkter eller appliceringsmetoder som är mindre känsliga för blankfläckar.

Kvalitetssäkring på arbetsplatsen

Detta är till största delen en informations- och kontrollfråga. Utveckling av entydiga system för kvalitetssäkringen ansågs angelägen. Detta torde dock främst vara en fråga för de olika parterna inom branschen.

Ur teknisk synvinkel kan för närvarande inte några konkreta forskningsprojekt identifieras inom området. Kvalitetssäkringen ska dock beaktas i projektet, till exempel genom att identifiera väsentliga faktorer som ska beaktas på arbetsplatsen.

2.3 Sprickbildning i puts på isolering

Deltagarna på det inledande mötet var helt eniga om att sprickbildning i puts på isolering är det för närvarande allvarligaste problemet. (För författaren var detta något överraskande, men har bekräftats i efterhand vid kontakter inom branschen och genom egna iakttagelser.)

Flertalet inblandade parter anser inte att sprickorna utgör någon risk för putsens bestånd och väggens tekniska funktion på lång sikt. Däremot upplevs sprickorna estetiskt störande och accepteras normalt inte av beställaren. En vanlig kommentar är: "*Jag har inte beställt en fasad med sprickor.*"

Beställaren har normalt ett avtal med entreprenören, vilken alltså är ansvarig gentemot beställaren. Entreprenören har i sin tur köpt ett "helt system" från någon leverantör och hävdar ofta i samband med sprickbildning att "*det är fel på systemet*". Entreprenören kräver då att leverantören ska ta helt eller delvis ansvar för problemen.

Leverantören hävdar ofta att "*systemet är väl beprövat och fungerar bra om arbetet utförs riktigt*".

Resultatet av denna "trepartssituation" blir ofta att entreprenören tvingas ta hela ansvaret och de ekonomiska konsekvenserna.

I det följande redovisas några påståenden som framkom vid det inledande mötet. Något försök att finna orsaker till sprickbildningen görs inte. Det är enbart fråga om ett antal konstateranden.

"Sprickbildning förekommer i alla system"

Inledningsvis framfördes att sprickbildning av olika slag förekommer i alla system med puts på isolering. Vid en fördjupad diskussion framkom dock att det finns vissa väsentliga skillnader.

Ett intressant faktum är att det förekommer ett antal olika spricktyper, vilka möjligen delvis kan hänföras till olika system. En fråga i detta sammanhang är armeringstypen, stålnät eller glasfibernät. Helt olika uppfattningar förelåg i denna fråga. Olika uppfattning förelåg även när det gäller putstypens inverkan. En uppfattning var att "lättputser" klarar sig väsentligt bättre än traditionella KC-putser. En annan uppfattning var att putstypen inte har någon betydelse, sprickor uppstår oberoende av putstyp.

"Sprickbildningen uppstår ofta den första våren efter appliceringen"

Stor enighet rådde i denna fråga när det gäller objekt som utförts under hösten/vintern. Putser som applicerats under vår/försommar spricker dock nästa direkt efter färdigställandet.

"Om den ursprungliga sprickan lagas uppstår ofta nya sprickor"

Detta påstående ansåg vara riktigt i många fall, dock inte i alla. Det finns exempel på lyckosamma reparationer.

"Även om det finns dilatationsfogar uppstår ofta sprickor"

Att störande sprickor kan uppstå även om det finns dilatationsfogar enligt leverantörernas anvisningar var odiskutabelt. Möjligen är det så att sprickbilden skulle varit värre och annorlunda utan dilatationsfogar.

"Sprickor uppstår även om arbetsutförandet görs enligt leverantörens anvisningar"

Med hänvisning till objekt där leverantörens instruktörer lett arbete konstaterades detta påstående vara odiskutabelt.

Detta konstaterande visar att problemet inte är så lätt som leverantörerna i vissa fall påstår. Det finns många frågetecken och en djupgående analys av situationen är mycket angelägen.

"Av ett 10-tal objekt som utförts på senare tid av olika entreprenörer i samma stad uppvisar alla mer eller mindre sprickbildning"

Påståendet stod oemotsagt även om det ansågs märkligt. Orsaken till det inträffade diskuterades inte.

Det inträffade visar dock att forskning inom problemområdet är angelägen.

"Det är svårt (omöjligt?) att i praktiken placera armeringen mitt i putsen"

Alla var eniga i detta påstående. En obesvarad följdfråga var: "*Är det nödvändigt att ha armeringen mitt i putsen?*".

En djupare analys av armeringens funktion ansågs vara angelägen. Denna analys bör avse både armeringstyp, infästningsanordningar och armeringens läge i putsen. Det finns många frågetecken!

"Sprickbildning sker oftare på slätputs än på strukturerad puts"

I denna fråga förelåg stor oenighet. En synpunkt var att när man gör en slätputs bearbetas ytan kraftigt, vilket medför att bindemedel pumpas fram till ytan. Denna yta är sedan mer benägen att spricka. En annan synpunkt var att sprickor finns även i en strukturerad puts, men att sprickorna syns bättre på en slätputs.

Frågan ansågs angelägen att studera, både genom inventeringar av utförda objekt och genom laboratorieförsök.

2.4 Missfärgning av mineraliska ytskikt

Det andra stora problemkomplexet ansågs vara missfärgning av vissa mineraliska ytskikt, främst sådana som innehåller cement. (Detta problem stämmer väl med författarens egna erfarenheter. Under årens lopp har undertecknad på olika sätt varit i kontakt med 100-tals sådana fall.)

Missfärgningarna påverkar inte fasadens tekniska funktion men är ofta estetiskt störande och accepteras inte av beställaren. Att flertalet mineraliska ytskikt medför vissa färgskiftningar är välkänt och ibland önskvärt. (Informationen om detta till beställaren kan dock vara bristfällig.) Att dra gränsen mellan acceptabel och oacceptabel färgskiftning (missfärgning) är mycket svårt och subjektivt. Beställare och entreprenör/ leverantör har ofta olika uppfattningar.

Även i fallet med missfärgningar kommer man i samma "trepartssituation" som i fallet med sprickbildning i puts på isolering. Följden blir normalt att entreprenören får ta ansvaret för det inträffade och svara för en ommålning.

I det följande redovisas några påståenden som framkom vid det inledande mötet. Några försök att finna orsakerna till missfärgningarna görs inte.

"Problem med missfärgningar har ökat under senare tid"

Situationen är något oklar. Studerar man enbart det senaste året finns dock tecken på att missfärgningarna kan ha minskat. Är det färgernas recept som ändrats eller använder man andra kulörer idag?

En annan förklaring till missfärgningarna var att dagens cement är mer känslig för kalkutfällningar. I detta sammanhang påpekades att cementtypens inverkan klarlagts i ett tidigare projekt vid LTH. Har branschen utnyttjat dessa kunskaper?

"Orsaken till problem med missfärgningar är oklara"

Olika möjliga orsaker till missfärgningar framfördes, till exempel egenskaper hos ytskiktet, appliceringsteknik och härdningsförhållanden. Det måste konstateras att de olika förklaringarna ofta blir någon form av "partsinlaga".

Sammanfattningsvis konstaterades att olika former av missfärgningar är ett stort problem som ger ett dåligt rykte för hela branschen. Vissa typer av missfärgningar är dock välkända till sin karaktär och orsak, till exempel blankfläckar och fenolgenomslag.

En stor uppgift är att förklara olika typer av missfärgningar och finna metoder att undvika dem.

"Nya mineraliska ytskikt har utvecklats för att eliminera missfärgningar men problemen kvarstår"

Att så är fallet konstaterades samfällt. Marknadsföringen av vissa sådana ytskikt ansågs även vara mindre seriös. Vissa ytskikt ansågs fungera ganska bra, men det finns

ytskikt som "är ungefär desamma som vanlig KC-färg", även om de uppges vara modifierade för att inte ge missfärgningar.

En systematisk undersökning av olika ytskikts egenskaper med avseende på missfärgningar efterlystes. Under vilka förutsättningar får man missfärgningar med olika ytskikt? I detta sammanhang påpekades att en generell sådan undersökning är omöjlig eftersom tillverkarna ofta modifierar sina ytskikt genom olika tillsatser. Däremot kan man utveckla en provningsmetod som kan utnyttjas för att testa alla ytskikt med avseende på missfärgningar.

Att utveckla en "praktisk" provningsmetod för att kunna testa olika ytskikts känslighet för missfärgningar ansågs mycket angeläget.

"Finns något samband mellan appliceringsteknik och missfärgning?"

Svaret på frågan är med största sannolikhet "ja". Att ange ett konkret samband är däremot omöjligt. Exempel på faktorer som kan inverka är:

för blött underlag
för torrt underlag
ojämn sugning hos underlaget
för lite eftervattning
för mycket eftervattning
för fuktigt klimat vid applicering
för torrt klimat vid applicering
för kallt vid applicering
applicering i solsken
ojämn blandning av färgen

Alla dessa möjliga förklaringar till missfärgningar medför ofta att entreprenören får skulden. Att utveckla en provningsmetod för att testa hur känsligt ett ytskikt är för olika yttre faktorer ansågs mycket angeläget.

"Var går gränsen mellan acceptabel och oacceptabel färgskiftning?"

Detta är en ständigt återkommande fråga. Olika parter bedömer situationen olika. Att skapa någon form av "likare" ansågs mycket angeläget. Samtidigt påtalades svårigheterna med detta.

Problemet är inte forskningsbart. En eventuell "likare" måste tas fram i samverkan mellan alla parter inom branschen.

3 INTERVJUER MED ENSKILDA PARTER

3.1 Genomförande

I föregående avsnitt redovisades ett antal problemområden som framkom vid ett gemensamt möte mellan en representant för varje part inom branschen.

För att få ytterligare underlag för att bedöma situationen gjordes ett antal enskilda intervjuer med representanter för olika parter. Urvalet av företag för dessa intervjuer gjordes så att även olika geografisk belägenhet skulle framgå.

I det följande återges respektive företags egna uppfattningar. Det ska observeras att det endast är fråga om ett konstaterande av olika problem. Det är inte fråga om att försöka hitta orsaker och lösningar till problemen.

Enligt överenskommelse återges de intervjuade företagen inte med företagsnamn eller dylikt. De intervjuade företagen kan kort beskrivas enligt

Fastighetsförvaltare i Göteborg
Fastighetsförvaltare i Stockholm
Fastighetsförvaltare i Malmö
Putsentreprenör i Stockholm
Putsentreprenör i Malmö
Putskonsult i Stockholm
Leverantör av olika puts och tilläggsisoleringssystem i Göteborg

3.2 Fastighetsförvaltare i Göteborg

De vanligaste/allvarligaste problemen är

sprickor i puts på isolering
missfärgningar
ytputsnedfall
frostskador i puts som går ner i marken

Sprickbildning och ytputsnedfall sker mer eller mindre med alla system med puts på isolering. Problemen med sprickbildning är vanligare hos de "traditionella" systemen med vanliga KC- och C-bruk. De "lättare" systemen med lägre densitet i utstockningen har mindre problem med sprickbildning.

Med hänsyn till risk för mekaniska skador används inte de lätta systemen på botten-våningen.

Problem med missfärgningar förekommer främst vid putsningsarbeten under vintern. Problemen visar sig oftast på våren när fasaden torkar ut ordentligt. Med hänsyn till risken för utfällningar/missfärgningar undviks KC-färg. Silikatfärger medför väsentligt mindre problem och föredras.

3.3 Fastighetsförvaltare i Stockholm

Fastighetsbeståndet består till stor del av byggnader med tegelfasader. De flesta putsade fasader är homogena lättbetongväggar med "Terrasitputs". Några väsentliga tekniska problem med dessa fasader finns inte. Självklart förekommer normal vittring som föranleder underhållsåtgärder.

Tilläggsisolering görs endast i mycket begränsad omfattning. Normalt är det inte ekonomiskt försvarbart att tilläggsisolera. Inga fasader har tilläggsisolerats under 1997. En bidragande orsak till detta är tidigare problem med sprickbildning i puts på isolering. Sprickbildning förekommer i alla system. Den avgörande orsaken till att tilläggsisoleringar inte utförs är dock bristande ekonomi i tilläggsisolering av fasader.

Nyproduktionen är helt obetydlig. Erfarenheter av puts på isolering i nyproduktion saknas helt.

En stor mängd fasader från 1950-talet har avfärgats med KC-färg. Några större problem med missfärgningar på dessa fasader är inte kända.

Nedsmutsning anses numera inte vara något större problem. Tidigare fanns dock enstaka objekt med mycket störande nedsmutsning.

På kulturminnesbyggnader i "Gamla stan" blästras generellt all "plastfärg" bort och ersätts med kalkfärg. Med hänsyn till miljönanpassningen används ej kemiska preparat. Några tekniska problem med kalkfärg har inte rapporterats. Underhållsintervallen förväntas dock bli kortare. Detta accepteras på kulturbyggnader. I modern bebyggelse är det däremot knappast acceptabelt.

I underhållsplanerna räknar man med att en ny ädelputs ska fungera i cirka 40 år. Härefter är underhållsintervallet 20 år med ommålning med KC-färg.

I framtiden kommer ommålning av befintliga fasader helt att dominera. Någon väsentlig nyproduktion eller tilläggsisolering är inte aktuell.

Mindre "putsskador och skavanker" anses vara naturliga för putsade fasader och accepteras. Detta gäller för övrigt alla fasader. Att åstadkomma en helt "felfri" fasad skulle leda till orimliga kostnader.

3.4 Fastighetsförvaltare i Malmö

Företaget har tidigare generellt varit skeptiska till tilläggsisolering med puts. Inklädning med plåt har varit vanligare. På senare tid har dock puts på isolering börjat att användas mer och mer.

De första objekten utfördes med traditionella tunga system. Problem med sprickor har medfört att man övergått till de lätta systemen, vilka hittills inte givit några problem.

Problem med generella missfärgningar är ovanliga. KC-baserade produkter ger dock problem, speciellt vid infästning av ställning och dylikt.

3.5 Putsentreprenör i Stockholm

Putsentreprenören arbetar med alla på marknaden förekommande putser och system för tilläggsisolering med ytskikt av puts.

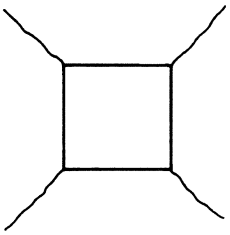
Företaget arbetar mycket med puts på isolering och ser i framtiden en ökande användning av dessa system, främst i nyproduktion. För närvarande pågår arbeten med cirka 50 000 m^2, främst i samband med utfackningsväggar med träreglar.

Allmänt anses att puts på isolering fungerar bättre på gamla murverksväggar än på träregelväggar. Den sannolika orsaken anses vara att den moderna träregelväggen är alltför eftergivlig. På äldre träregelväggar med ett stort antal kortlingar anses systemen fungera bättre.

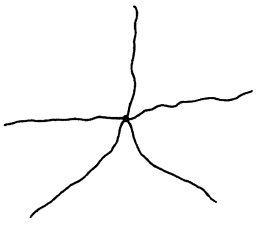
Sprickbildning i puts på isolering är ett stort problem. Det går i praktiken inte att undvika ofrivillig fasthållning vid hisshus, trapphus, mellanväggar, bjälklag etc. Dessa fasthållningar medför alltid problem med sprickor. Även utan dessa fasthållningar förekommer sprickbildning.

De "lättare" systemen fungerar bättre med hänsyn till sprickbildning. Företaget har utfört cirka 200 000 m^2 med "lätta" system utan några problem med sprickbildning eller dylikt.

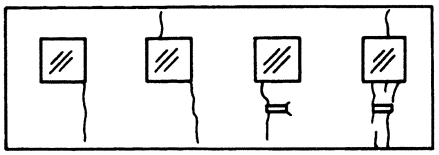
De vanligaste spricktyperna visas i *FIGUR 3:1 - 3:3.*



FIGUR 3:1. 45° -sprickor vid fönster och ventiler.



FIGUR 3:2. Stjärnspricka.



FIGUR 3:3. Vertikala sprickor, främst vid cementputs.

Ofta sker sprickbildningen kort tid efter färdigställandet. Efter slutbesiktningen lagas sprickorna. Vid garantibesiktningen finns i allmänhet nya sprickor.

Slätputs anses mer benägen att spricka. Orsaken anses vara att ytan bearbetas, vilket medför en anrikning av bindemedel och fin ballast. Detta medför i sin tur att ytan blir "tätare och hårdare".

Sprickbildningen sker alltid i samband med att putsen torkar. Om putsningen sker på våren/sommaren spricker putsen efter någon vecka. Sker putsningen på hösten sker sprickbildningen på våren.

Störande missfärgningar eller utfällningar på oorganiska färger anses inte vara något större problem. Det sker maximalt i 5% av antalet ytbehandlingar. I detta sammanhang måste man skilja på "normal skäckighet" och störande missfärgningar.

Störande missfärgningar är ovanliga på ny puts. På gammal puts med olika sammansättning, lagningar och olika fukttillstånd är missfärgningar mycket vanliga vid användandet av oorganiska färger. Även olika isolertjocklek anses kunna ge störande kulörvariationer. Detta kan till exempel gälla vid fönsterbröstningar och dylikt.

Företaget har i vissa fall använt vävarmerade organiska ytskikt vid renoveringar utan några problem.

Vid kalkmålning används i huvudsak fabriksblandad "våtfärg". I samband med "kulturminnesobjekt" blandas kalkfärgen på platsen. Båda alternativen fungerar utan anmärkning. Självklart får man räkna med färgens egna variationer. Detta upplevs ofta som en fördel.

3.6 Putsentreprenör i Malmö

Putsentreprenören arbetar med alla på marknaden förekommande putser och system med puts på isolering.

Allmänt anses de lätta systemen med puts på isolering fungera bättre än de tunga. De är enklare att arbeta med och är normalt problemfria.

Slätputs på de tunga systemen medför nästan alltid sprickbildning.

Missfärgningar är mycket vanliga på KC-färger. Företaget försöker undvika KC-färger. Kalkfärg med organiska tillsatser anses fungera bra. Silikonhartsfärg anses vara den säkraste färgen.

Efter det att ett kvalitetssäkringssystem införts i företaget har antalet anmärkningar vid slutbesiktningar minskat markant. Anser att många av de vanliga problemen beror på arbetsutförandet och de yttre omständigheterna under arbetet, till exempel klimatet. Under ideala betingelser och med rätt utfört arbete torde de flesta material och system fungera utan anmärkning.

3.7 Putskonsult i Stockholm

Konsulten har mer än 20-årig erfarenhet inom putsbranschen och är en av de få som haft möjlighet att i huvudsak ägna sig åt aktuella problemställningar.

Sprickbildning är vanlig i puts på isolering med "rörliga" infästningar. I system med "styva" infästningar finns normalt inga problem.

Orsaken till sprickbildningen vid rörliga infästningar anses vara att putsen "sjunker" efter appliceringen och därvid "hakar fast" vid olika detaljer i fasaden.

Anvisningarna från leverantörerna av olika system med puts på isolering är inte användbara i praktiken. Det går helt enkelt inte att utföra arbetet enligt instruktionerna. Det är skillnad på "ideala förhållanden vid skrivbordet" och förhållandena på en arbetsplats.

Missfärgningar på oorganiska ytskikt är ett välkänt problem. Det handlar främst om att informera beställaren om detta.

3.8 Leverantör av olika putsmaterial och tilläggsisoleringssystem i Göteborg

Leverantören tillhandahåller de flesta material och system på den svenska marknaden, både organiska och oorganiska.

Sprickbildning är ett stort problem i samband med armering med ståltrådsnät. När man använder glasfibernät förekommer inga sprickor.

Missfärgningar är mycket vanliga på traditionella ytputser och färger baserade på kalkcement. På hydrofoberade ytbehandlingar förekommer aldrig några missfärgningar eller utfällningar.

Leverantören levererar både traditionella oorganiska, organiska och hydrofoberade ytskikt. Erfarenheterna är bäst av de hydrofoberade oorganiska produkterna. Även de organiska ytskikten fungerar bra med hänsyn till missfärgningar och beständighet. Det finns ett flertal 20 - 30 år gamla fasader med organiska ytskikt som fortfarande är felfria.

4 BESIKTNINGAR I SAMBAND MED INTERVJUER

4.1 Genomförande

I samband med intervjuerna enligt avsnitt 3 gjordes ett stort antal besiktningar av olika fasader tillsammans med representanten för respektive företag. I det följande redovisas ett urval av dessa besiktningar översiktligt. Det är på intet sätt någon fullständig genomgång eller kvantifiering av problemen. Redovisningen ska närmast ses som en exemplifiering av aktuella problemområden. Vissa exempel härrör från egna skadeutredningar av författaren.

Alla foton finns i separat fotobilaga.

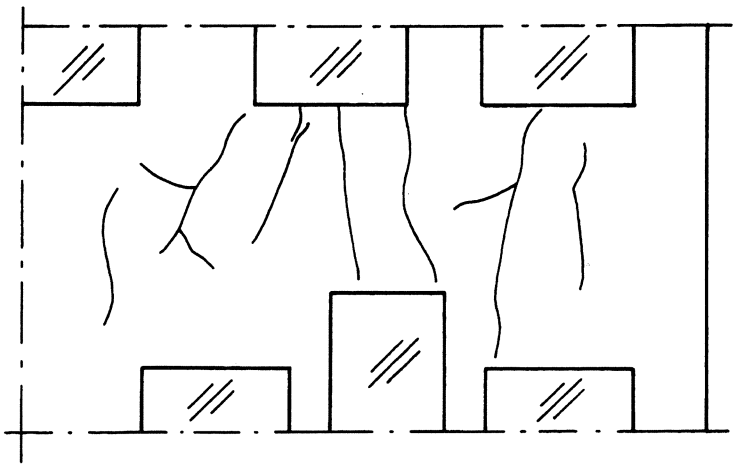
4.2 Sprickbildning i puts på isolering

Exempel 1

Nyproduktion i Stockholmstrakten med slätputs på mineralull. Systemet är ett traditionellt tungt system med KC-puts och armering av svetsat ståltrådsnät. Armeringsnätet är infäst i en träregelstomme. Omfattande sprickbildning fanns vid garantibesiktningen efter två år.

Vid besiktningstillfället var objektet 4 år gammalt. Fasaderna hade då rikligt med vertikala, horisontella och diagonala sprickor enligt *FIGUR 4:1*. Vid "släpljus" syntes en markant "buktning" i anslutning till sprickorna enligt *FOTO 1*. Det fanns ingen markant skillnad mellan olika väderstreck. I stort sett alla fasader hade mer eller mindre sprickbildning.

Lokalt upptill fanns kraftiga missfärgningar enligt *FOTO 2*. Dessa består sannolikt av kalkutfällningar och beror på extremt kraftig slagregnsbelastning.

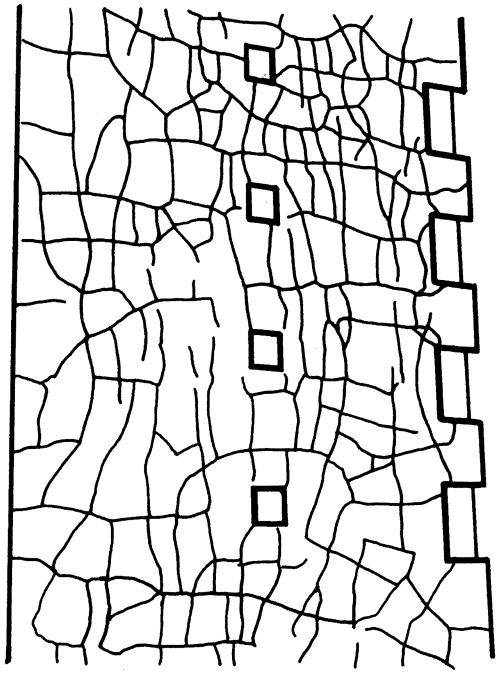


FIGUR 4:1. Principiellt sprickutseende på fasad med traditionell puts på isolering.

Exempel 2

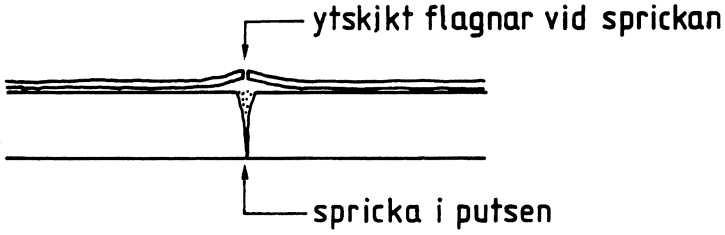
En nyproducerad fasad med puts på mineralull i Stockholmstrakten. Systemet är ett traditionellt tungt system med KC-puts och armering av svetsat ståltrådsnät.

Putsen började spricka någon vecka efter putsningen (vintern/våren) och accelererade kraftigt i samband med varm väderlek i april. Sprickorna förekom i ett rutnät med maskvidden 0.5 - 2 meter. Sprickbredden varierade från hårfina sprickor till fullt synliga sprickor. Sprickorna syntes olika tydligt under olika väderlek. En del sprickor lagades direkt men sprack på nytt. Alla fasader uppvisade mer eller mindre sprickbildning. Sprickornas principutseende illustreras i *FIGUR 4:2*. En exakt bild av sprickutseendet i samband med reparation redovisas på *FOTO 3*. Fasaden är här fotograferad efter det att sprickorna "kratsats ur" inför reparationen.



FIGUR 4:2. Principiellt sprickmönster på fasad med traditionell puts på isolering.

Vid en förnyad besiktning efter 5 år kunde konstateras att sprickbildningen accelererat ytterligare. På alla fasader förekom riklig sprickbildning. Även lagade sprickor hade ny sprickbildning. I anslutning till sprickorna fanns efter 5 år även markanta ytskiktsflagningar enligt *FIGUR 4:3*.



FIGUR 4:3. Ytskiktsflagning intill spricka.

Exempel 3

En 6 år gammal tilläggsisolering med slätputs på mineralull i Göteborg. Systemet är ett traditionellt tungt system med KC-puts och armering av svetsat ståltrådsnät. Armeringsnätet är infäst i den gamla murverksväggen.

Vid besiktningen fanns rikligt med sprickor, främst oregelbundna diagonala och horisontella. I "släpljus" syntes en tydlig buktning hos putsfälten mellan sprickorna enligt *FOTO 4*.

På ett intilliggande objekt som tilläggsisolerats med samma principiella uppbyggnad, men med rivputs som ytskikt, fanns ingen sprickbildning.

Exempel 4

Objektet är beläget i Göteborg. Ursprungligen tilläggsisolerades fasaderna med ett system bestående av puts på cellplast. På grund av olika problem applicerades en ny KC-puts med stålnätarmering utanpå denna puts. Mellan den nya och den gamla putsen monterades ett pappskikt.

Efter en tid uppstod ett flertal problem i den nya putsen. De olika problemen illustreras i fotobilagan.

Stjärnsprickor enligt *FOTO 5*. Dessa sprickor uppges bli mer och mer tydliga, sannolikt beroende på missfärgningar intill sprickan på grund av fukt.

Flagnande ytputs (KC-baserad stänkputs) på vissa ställen enligt *FOTO 6*.

Kraftiga vertikala sprickor mellan öppningar i fasaden enligt *FOTO 7*.

Kraftiga missfärgningar där vattenbelastningen är stor. Missfärgningarna är av karaktären "rinnmärken" enligt *FOTO 8*.

Missfärgningar i anslutning till bomlagsskarvar enligt *FOTO 9*.

Exempel 5

Ett "lätt" putssystem med organiskt ytskikt på cellplastisolering i Göteborg. Lokalt flagnar ytputsen upptill enligt *FOTO 10*. Flagningen uppstod första året efter putsningen.

Nedtill finns viss sprickbildning av samma typ som i tidigare exempel med traditionell KC-puts.

Exempel 6

En nyproducerad fasad med ett traditionellt tungt system med puts på mineralull i Göteborgstrakten. Armeringen är ett svetsat trådnät och ytputsen är en KC-baserad stänkputs.

Omfattande sprickbildning och ytputsnedfall uppstod kort tid efter färdigställandet. Skadebilden illustreras i *FOTO 11*. Skadorna finns i huvudsak på öst- och västfasaderna.

I anslutning till sprickorna förekommer omfattande missfärgningar, sannolikt kalkutfällningar.

Exempel 7

1994-95 tilläggsisolerades ett antal förskolor i Malmö. Tilläggsisoleringssystemet består av cellplast med cementputs som ytskikt. Armeringen är ett glasfibernät.

Inom mindre än ett år fanns mer eller mindre omfattande sprickbildning på alla objekten. Flertalet sprickor är vertikala i anslutning till fönster. Sprickbredden varierar kraftigt, från 0.1 mm till 2 mm. Avståndet mellan sprickorna varierar, men är i vissa fall mycket litet, cirka 0.5 m. Sprickor förekommer även när det finns "erforderliga" dilatationsfogar. Å andra sidan finns det sprickfria fasadpartier även då dilatationsfogar saknas.

4.3 Missfärgningar

Exempel 1

Ny KC-puts i Göteborgstrakten. Ytskiktet är en KC-spritputs. Missfärgningarna enligt *FOTO 12* uppstod kort tid efter färdigställandet. Sannolikt är det fråga om traditionella kalkutfällningar.

Exempel 2

KC-puts med ytskikt av KC-baserad stänkputs. Fasaderna är 20 -30 år gamla och har mycket kraftiga "rinnmärken" enligt *FOTO 13*. Missfärgningarna förvärras efterhand. Missfärgningarna finns i huvudsak på sydfasaderna och har en klart samband med kraftigare slagregnsbelastning. På norrfasaderna finns inga missfärgningar.

De aktuella missfärgningarna anses komma "då och då" utan förklaring. Författaren har vid ett flertal tillfällen sett samma fenomen i Skåne, både på putser och kalksandstensmurverk.

Problemet anses vara ett 60 - 70-talsproblem.

Exempel 3

Ett antal putsade bostadsfastigheter från 1950-talet målades med en så kallad CD-färg. Praktiskt taget alla fasader blev direkt mer eller mindre flammiga enligt *FOTO 14*.

Orsaken till flammigheten är oklar. Olika uppfattningar står mot varandra. Som exempel på framförda förklaringar kan nämnas ojämn sugning hos underlaget, ojämn eftervattning och fel sammansättning på färgen.

Exempel 4

Två "identiska" fastigheter i Göteborg tilläggsisolerades med samma system men med olika ytskikt . Det ena ytskiktet var KC-baserat och det andra baserat på en vattenavvisande silikonharts. Ytskikten levererades av samma leverantör.

Efter 10 år har det KC-baserade ytskiktet kraftiga missfärgningar enligt *FOTO 15*. Vid fuktig väderlek uppges missfärgningarna syns ännu mer.

Det silikonhartsbaserade ytskikt uppvisar inga väsentliga missfärgningar, bortsett från en lokal missfärgning upptill enligt *FOTO 16*. Denna missfärgning visade sig direkt.

Exempel 5

Ett antal fastigheter i Stockholmstrakten tilläggsisolerades på hösten med ett system bestående av cellplast, cementputs och ytskikt med en blå organisk färg. Följande vår började fasaderna mot söder och väster att "vitna". Följande vår blev missfärgningarna mycket störande. Missfärgningarna fortsatte att förvärras och situationen efter 5 år framgår av *FOTO 17 - 18*.

Trots omfattande utredningsarbete är orsaken till missfärgningarna inte entydigt fastlagd. Olika uppfattningar står mot varandra. Klart är emellertid att kalkutfällningar bidragit till missfärgningarna. Enligt kemiska analyser har även bindemedlet påverkats av putsens höga alkalitet.

5 AVGRÄNSNINGAR I DEN FORTSATTA INVENTERINGEN

Vid ett styrgruppsmöte diskuterades de genomförda intervjuerna och besiktningarna. Resultatet från dessa intervjuer och besiktningar var entydigt. De helt dominerande problemen är sprickbildning i puts på isolering och missfärgningar. Alla parter inom branschen är överens om detta.

Vid mötet konstaterades att ytterligare intervjuer och besiktningar sannolikt inte skulle tillföra något nytt. Det fortsatta arbetet skulle i stället inriktas på att undersöka förhållandena internationellt genom litteraturstudier och personliga kontakter med andra forskningsinstitut.

Det fortsatta arbetet skulle även innefatta utarbetandet av ett forskningsprogram för att försöka finna orsaker och en lösning till problemen.

6 LITTERATURSTUDIER

En inledande databaserad litteratursökning har genomförts, främst i databaserna BYGGDOK och ICONDA. I ICONDA hittades många referenser gällande sprickbildning i puts på isolering. Totalt har ett 50-tal referenser införskaffats.

I detta inledande skede har skrifterna inte detaljstuderats. Syftet i detta skede var främst att få en uppfattning om forskningsläget internationellt. Ett fördjupat studium av internationell litteratur ska ske i etapp 2.

Problemställningen med sprickor har främst behandlats i tyska, holländska, schweiziska och österrikiska skrifter. Problemet förefaller vara allmänt förekommande i dessa länder. De flesta skrifter konstaterar problemet utan att ge några orsaker. I vissa skrifter går man lite längre och diskuterar orsaker. Man konstaterar i allmänhet att fukt- och temperaturrörelser är orsaken till problemen. Sällan går man dock så långt att man redovisar några lösningar för att eliminera problemen.

I flera skrifter görs relativt omfattande teoretiska analyser av risken för sprickbildning och hur olika faktorer påverkar sprickbildningen.

I många skrifter konstaterar man att sprickbildningen är ofarlig och att den måste accepteras.

Vid personliga kontakter med forskare i Norge och Finland har framkommit att sprickbildning i puts på isolering är allmänt förekommande även där. Det förefaller dock som att toleransnivån är högre i dessa länder.

Litteratur beträffande missfärgningar är mindre förekommande. Det finns ett antal generella skrifter som behandlar olika typer av missfärgningar, t ex algpåväxt, saltutfällningar etc. Det är inte fråga om några vetenskapliga undersökningar utan främst en beskrivning av olika typer av missfärgningar.

I litteraturlistan redovisas huvuddelen av den insamlade litteraturen. I det följande kommenteras vissa av dessa skrifter. Observera att det inte är fråga om någon rangordning, utan enbart ett urval som speglar det internationella läget. Det kan mycket väl finnas mycket intressanta och givande skrifter som inte kommenteras här. Som exempel kan nämnas att skrifter som behandlar vissa specialfrågor inte kommenteras i det följande. Syftet med de följande referaten är enbart att spegla den internationella situationen och kunskapsläget. Litteraturen kommer att penetreras ytterligare i etapp 2.

Elmarsson, B & Nevander L-E, 1978

I en översiktlig problemanalys konstateras ur teoretisk synvinkel att i samband med puts på isolering torde det svåraste byggnadstekniska problemet var sprickbildning i putsen.

Elmarsson, B, 1983

I denna rapport redovisas bland annat rörelsemätningar i Serporocksystemet.

Elmarsson, B, 1984

I denna BFR-rapport beskrivs 10 olika metoder för tilläggsisolering med ytskikt av puts på den svenska marknaden. Bland annat behandlas spänningar och rörelser för principiellt olika system.

Kutti, T, 1989-90

I två rapporter från Chalmers utreds orsaker till skador på ytputsen i Serporock-systemet. Skadorna bestod av flagnande ytputs.

Künzel, H & Böhm, H, 1986

I en forskningsrapport från Frauenhofer-Institut beskrivs en undersökning av ett stort antal fullskaleobjekt. Härvid konstaterades att i vissa fall uppstod sprickor redan efter några dagar. Sammanfattningsvis konstaterades att 1/3 av putserna var mer eller mindre spruckna.

Kunz, H, 1984

I denna gemensamma rapport från olika institut i Schweiz beskrivs ett antal olika problemställningar i samband med puts på isolering. Ett av dessa problem är sprickbildning i putsen. Man skiljer på två olika spricktyper, nämligen horisontella och vertikala sprickor över skarvar i isoleringen och oregelbundna sprickor i putsen. Man konstaterar att sprickorna i allmänhet upptäcks ett eller två år efter det att arbetet utförts. Sprickorna upptäcks främst på våren eller efter regn.

Meier, H-G, 1987.

I en artikel i *Der Stukkateur* beskrivs olika spricktyper och deras orsaker generellt. Man skiljer på konstruktionsbetingade, underlagsbetingade och putsbetingade sprickor.

Olika metoder att reparera sprickorna beskrivs mycket kortfattat.

Sprickor i puts på isolering nämns kortfattat.

Jeran, A, 1986.

Denna artikel i *Bautenschutz und Bausanierung* behandlar utförligt problemet med sprickbildning i puts på isolering. Inverkan av initialkrympning och periodiska fukt- och temperaturrörelser studeras i detalj. Kulörens inverkan på rörelserna kommenteras speciellt. Mörka kulörer medför väsentligt större rörelser.

En snabb uttorkning anses ge stora spänningar eftersom putsens krypning går för långsamt. Spänningarna beroende på svällning och krympning konstateras ligga i samma storleksordning som putsens hållfasthet. Vid en bedömning av risken för sprickor måste temperatur- och fuktrörelser överlagras. Fuktrörelserna anses dock vara dominerande.

Bagda, E, 1988.

I en artikel i *Bauphysik* beskrivs erfarenheterna från 3 x 2 m stora provväggar med puts på isolering. Provväggarna utsattes för en yttemperatur på 70°C följt av nedkylning på grund av regn. Den höga temperaturen uppges medföra att fukt tränger in i djupare liggande skikt och förorsakar fuktrörelser och spjälkning. När ytan torkar ökar E-modulen medan brotthållfastheten minskar. Detta leder till krympning i ytan och sprickbildning.

Vidare betonas den stora skillnaden mellan laboratorieförsök och praktiska förhållanden. Främst nämns att i laboratorium torkar putsen långsammare, vilket medför att finpartiklar i ballasten hinner komma fram till ytan och ge en ythud som sedan spricker. I praktiken går dock uttorkningen så snabbt att det inte bildas något ythud. Risken för sprickor är sålunda mindre i praktiken än i laboratorieförsök.

Bagda, E & Lipp, G, 1996 och 1997.

I två artiklar i *Bauphysik* redogörs för en mätmetod för att bestämma de mekaniska egenskaperna hos puts på isolering. Med utgångspunkt från mätningar på ett stort antal prover, som under två år utsatts för naturlig exponering, konstateras att de mekaniska egenskaperna inte förändras nämnvärt med tiden, bortsett från härdningen under de första månaderna.

Heck, F, 1976

I en artikel i *Gesundheits-Ingenieur* beskrivs orsaker till och åtgärder för att eliminera sprickor i puts beroende på krympning i den underliggande cellplasten.

Genom mätningar konstateras att krympningen i polystyrencellplast inte är avslutad förrän efter 3 till 5 år. Om cellplastskivorna lagras en månad innan montering uppges den fria krympningen i fortsättningen uppgå till 1.5 - 4 mm/m. Vid 6 månaders lagring innan montering uppges den fria krympningen till 1.1 - 2.4 mm/m.

Genom ett "riktigt" val av isolering och puts anses att risken för sprickor är liten. Några detaljerade anvisningar anges dock inte.

Stichting Bouwresearch, 1986

I en rapport från *Stichting Bouwresearch, Rotterdam* behandlas bland annat problemet med sprickbildning i puts på isolering.

Vid provning av ett 15-tal olika system konstateras att sprickor med en sprickbredd 0.2 - 0.3 mm uppträder regelbundet med traditionella mineraliska putser.

Krympningen i olika putser uppmättes till 0.6 - 2.4 mm/m.

Epple, H, 1984

I en artikel i *Schweizer Ingenieur und Architekt* behandlas inverkan av temperaturbelastning och krympning i isoleringen på risken för sprickbildning i putsen.

Temperaturpåfrestningarna konstateras ha väsentligt större inverkan än isoleringens krympning.

Krympningen hos själva putsen anses ha mindre betydelse beroende på att denna sker långsamt och att det därför sker en kraftig relaxation.

Nannen, D & Gertis, K, 1985 och 1986

I två artiklar i *Bauphysik* redovisas ett stort antal beräkningar av temperaturspänningar i puts på ostörda fält vid olika ojämnheter, fasthållningar, hörn och dylikt.

Det mest kritiska fallet anses vara anslutningen till fönster. På jämna och felfria ytor anses risken för sprickbildning på grund av temperaturpåfrestningar vara liten.

I artikeln betonas att andra påfrestningar, till exempel initialkrympning och fuktrörelser, kan förändra situationen väsentligt.

Carmeliet, J, Descamps, F & Hens, H, 1994

I ett bidrag till *9. Bauklimatisches symposium i Dresden* behandlas risken för sprickbildning i puts på isolering under inverkan av fukt- och temperaturbelastning med en sannolikhetsmodell. Man utgår från att det finns vissa mikrosprickor i putsen som sedan kan utvecklas till riktiga sprickor.

Inverkan av fukt och temperatur studeras samtidigt. Temperaturprofilen genom putsen konstateras vara i stort sett konstant. Temperaturvariationerna medför dock att fuktprofilen varierar kraftigt i putsen. På eftermiddagen kan fukttillståndet vara mycket lågt i ytan medan det längre in i putsen är väsentligt högre. Detta medför kraftiga dragspänningar i ytan. Efter ett antal cykler sker en sprickinitiering i ytan. Efterhand går sedan sprickan längre och längre in i putsen.

Genom parameterstudier konstateras att ökande krympning hos putsen medför en dramatisk ökning av risken för sprickbildning. Även en mörkare kulör konstateras medföra en ökande risk. Denna inverkan är dock marginell jämfört med inverkan av krympningen hos putsen.

Även armeringens (glasfibernät) inverkan studeras genom parameterstudier. Härvid konstateras att risken för sprickbildning minskar med ökande armeringsmängd upp till en viss nivå där risken för sprickbildning är försumbar. Beräkningarna visar även att armeringen är mest effektiv då den ligger nära ytan. Ligger den mitt i putsen har den ingen praktisk betydelse.

Oberhaus, H & Drell, R, 1995

I en artikel i *Bauphysik* redovisas mätningar av rörelser i puts på isolering. Mätningar gjordes på en provvägg med måtten 6 x 10 m. Isoleringssystemet var en tung puts på mineralull.

De uppmätta rörelserna konstateras avvika från de ”förväntade”. Vidare konstateras att det snabbt uppstod ett antal 0.1 - 0.2 mm breda sprickor i putsen. Dessa ansågs dock vara "harmlösa".

Metzemacher, H, 1997

I en artikel i *Bautenschutz und Bausanierung* redovisas relaxationen hos olika putsbruk. Här konstateras att vid konstant deformation kan spänningen minska till 40% efter 4 dygn och till 10% efter en månad.

Långsamma krympningsförlopp anses, med hänvisning till relaxationen, inte medföra någon större risk för sprickbildning. En mycket snabb uttorkning anses däremot innebära en stor risk med avseende på sprickbildning.

Sahlman, L & Tolstoj, N, 1997

I en artikel i *Sten* ställs frågan "Varför böjer sig marmorplattor på fasader?". Problemställningen är likartad med problemen med sprickbildning i puts på isolering.

Några svar ges inte i artikeln. Däremot redovisas ett antal möjliga orsaker. Olika fukt- och temperaturtillstånd genom plattan anses vara en möjlig orsak.

7 FÖRSLAG TILL FORSKNINGSPROGRAM

7.1 Allmänt

Titeln på ansökan till aktuellt projekt var "*Fuktbalans och beständighet hos ytbehandlade fasader*".

Den nu genomförda inventeringen av problem inom området har haft en stor bredd. Fastighetsförvaltare, entreprenörer, konsulter och materialtillverkare har intervjuats. En entydig slutsats är att beständigheten upplevs som ett stort problem. Med beständighet avses här fasadens funktion både på kort och lång sikt. Fuktbalansen i hela fasaden anses däremot inte vara någon stor fråga. Fukten har dock självklart en stor betydelse för beständigheten. Många av de uppgivna problemen är direkt fuktrelaterade. Fuktens inverkan är i dessa fall i allmänhet begränsad till de yttre delarna av fasaden.

De helt dominerande problemen anses vara *sprickbildning i puts på isolering* och *missfärgning av vissa oorganiska ytskikt*. Inriktningen av den fortsatta forskningen kommer därför delvis att avvika från de ursprungliga tankarna. Fuktbalansen i hela väggen kommer inte att studeras i detalj. Däremot ska fuktens inverkan på beständigheten i själva ytskiktet ges en central roll. Med hänsyn till att sprickbildning i puts på isolering anses vara det dominerande problemet kommer projektet att ges en mer brottmekanisk inriktning. Fukten ska i detta sammanhang ses som en av flera faktorer som påverkar sprickbildningen.

Den föreslagna forskningen avses bedrivas under tiden 1998-07-01 - 2001-06-30. Den för genomförandet erforderliga kompetensen finns till största delen vid Byggnadsmaterial och inom fuktgruppen. Forskningen har här under lång tid varit inriktad på beständighet, fuktmekanik, brottmekanik samt puts och murverk.

Visst samarbete kommer även att ske med Byggnadsfysik på Chalmers, där fuktens inverkan på fasaden studeras.

7.2 Sprickbildning i puts på isolering

7.2.1 Syfte

Det övergripande syftet med hela projektet är att klargöra vilka faktorer som är avgörande för sprickbildningen. Med denna kunskap torde många tvister mellan olika parter lättare kunna avgöras samtidigt som många framtida problem kan elimineras. Om all sprickbildning kan elimineras är osäkert. Möjligen är det så att viss sprickbildning är ofrånkomlig med dagens system. Även ett sådant klargörande är dock värdefullt.

Med utgångspunkt från erhållna kunskaper inom projektet ska det även gå att modifiera befintliga system och utveckla nya.

7.2.2 Principiellt genomförande

I ett brett upplagt projekt ska litteraturstudier, datorberäkningar, laboratorieundersökningar samt små- och storskaliga fullskaleförsök genomföras.

Genom *litteraturstudier* ska en detaljerad bild av tidigare undersökningar och tillgänglig kunskap skapas. Om möjligt ska även internationella kontakter knytas. Litteraturstudierna ska bland annat avse praktisk erfarenhet, genomförda laboratorieundersökningar, teoretiska beräkningsmodeller och pågående forskning på andra institut.

Genom *datorberäkningar* ska inverkan av olika faktorer analyseras. De inledande beräkningarna måste av naturliga skäl göras med utgångspunkt från tillgängliga eller uppskattade materialdata. Dessa datorberäkningar ska resultera i en grov uppfattning om hur olika faktorer påverkar sprickbildningen samt ligga till grund för laboratorieprovningar och småskaliga fullskaleförsök.

Genom *laboratorieprovningar* ska materialdata bestämmas för att kunna genomföra mer detaljerade datorberäkningar. Inverkan av olika faktorer på dessa materialdata ska studeras. Detta kan till exempel avse olika betingelser vid appliceringen, olika appliceringsteknik och olika härdningsklimat.

Genom *småskaliga fullskaleförsök* ska inverkan av olika specifika faktorer studeras. Dessa specifika faktorer kommer förhoppningsvis att utkristalliseras i datorberäkningarna. Exempel på möjliga sådana faktorer är armeringens läge i putsen, ojämn putstjocklek och uttorkningen efter putsningen.

I *storskaliga fullskaleförsök* ska ett antal praktiska fullskaleobjekt följas upp från utförandet och framåt. Om möjligt ska även mätningar av rörelser genomföras på några objekt.

7.2.3 Olika moment i genomförandet

Litteraturstudier

Litteraturstudierna syftar till att ge en heltäckande bild av situationen. Den i etapp 1 genomförda litteraturstudien är mycket översiktlig och baserar sig på ett fåtal sökningar i några olika databaser. Den fortsatta litteraturstudien ska vara väsentligt mer djupgående.

Den insamlade litteraturen ska penetreras i detalj och systematiseras. Vidare ska kontakt etableras med författare till nyligen avslutade eller pågående projekt för att få ytterligare detaljinformation.

Förhoppningsvis ska litteraturstudierna ge svar på ett antal frågor och ge ett brett underlag för detaljuppläggningen av de fortsatta undersökningarna. Detta kan till exempel avse tillgängliga datorprogram för beräkning av sprickrisker och genomförandet av laboratorieundersökningar.

Datorberäkningar

Parallellt med litteraturstudierna ska ett stort antal datorberäkningar genomföras med tillgängliga program. I ett inledande skede ska olika program analyseras med avseende på användbarheten inom projektet.

Datorberäkningarna ska ha inriktningen av en parameterstudie där inverkan av olika faktorer bedöms kvalitativt. Exempel på faktorer som ska studeras är

- olika putsbruk
- olika putsuppbyggnad
- olika armeringsnät (stål- respektive glasfibernät)
- olika armeringsmängd
- olika placering av armeringen
- olika överlapp hos armeringen
- olika isolering (mineralull respektive cellplast)
- olika isolertjocklek
- olika krympning i isoleringen
- olika stomsystem (t ex regelstomme, murverk och betong)
- olika infästningssystem (rörlig respektive fast infästning)
- olika fasthållning (t ex vid trapphus, mellanväggar och fönster)
- olika typer av sektionsändringar (t ex fönster och ventiler)
- olika arbetsutförande (t ex bearbetning av putsytan)
- olika klimat vid utförandet
- olika härdningsbetingelser (t ex eftervattning, solsken och temperatur)
- olika klimatpåfrestningar (t ex snabba fukt- och temperaturändringar)

De inledande datorberäkningarna ska dels ge svar på vilka faktorer som är av störst betydelse för sprickbildningen och dels ligga till grund för vilka laboratorieprovningar som ska genomföras. Datorberäkningarna ska även ligga till grund för de småskaliga fullskaleförsöken, där olika hypoteser ska testas.

I ett senare skede ska ytterligare datorberäkningar genomföras med användande av de vid laboratorieprovningarna framtagna materialegenskaperna.

Målsättningen är att i slutskedet av projektet kunna ta fram en fullständig modell för puts på isolering där olika faktorer lätt kan analyseras och värderas.

Traditionella laboratorieundersökningar

I traditionella laboratorieprovningar ska erforderliga materialdata bestämmas. Exakt vilka data som ska mätas bestäms efter de inledande datorberäkningarna.

Materialegenskaperna ska bestämmas under olika förutsättningar. Som exempel på varierande förutsättningar kan nämnas

- betingelser vid appliceringen
- betingelser under härdningen
- underlagets egenskaper

Sannolikt kommer mikroskopering av tunnslip att bli ett väsentligt inslag i undersökningarna.

Exempel på undersökningar som kan bli aktuella är

- fri krympning
- spänning vid förhindrad krympning
- relaxation
- brottmekaniska parametrar

Småskaliga fullskaleförsök

Med småskaliga fullskaleförsök avses provning av vissa givna frågeställningar under kontrollerade betingelser i laboratorium. Genom att uppföra ett antal provväggar i laboratorium och utsätta dem för varierande påfrestningar är avsikten att verifiera datorberäkningarna. Provväggarna ska vara i storleksordningen 10 m^2 och vara uppbyggda på principiellt olika sätt samt innehålla "kända känsliga defekter". Dessa "kända känsliga defekter" kan till exempel vara ojämn placering av isoleringen, krympande isolering, fel placering av armeringen, ofrivillig fasthållning och kraftig bearbetning av putsen. Under applicering och härdning kommer väggarna att utsättas för olika klimatbelastningar.

Syftet med de småskaliga fullskaleförsöken är att försöka illustrera inverkan av olika yttre faktorer på systemens funktion. Exakt planering av provningarna kan inte göras förrän de inledande datorberäkningarna är genomförda.

Storskaliga fullskaleförsök

Ett urval objekt med puts på isolering ska följas upp i praktiken. Arbetsutförandet ska dokumenteras i detalj. Objekten ska sedan följas upp genom besiktningar. I några fall ska även mätningar av rörelser göras.

Övrigt

Eventuellt kommer ett antal objekt med omfattande sprickbildning att analyseras i detalj. Så långt som möjligt ska då arbetsutförande, sprickbildning, tidsmässigt förlopp, materialegenskaper, armeringens läge etc kartläggas i detalj.

7.3 Missfärgningar

7.3.1 Syfte

Syftet med projektet är att utveckla en generell provningsmetod för att kunna bedöma olika färgers känslighet för missfärgningar och att klargöra olika faktorers inverkan på missfärgningar. Som exempel på olika faktorer som ska belysas kan nämnas

- arbetsutförande
- härdningsklimat
- underlagets egenskaper

Med den utvecklade provningsmetoden kan sedan olika färgtyper studeras systematiskt och klassificeras med avseende på risk för missfärgning i olika praktiska situationer.

7.3.2 Genomförande

Projektet är i huvudsak laborativt. I brett upplagda försök ska olika faktorers inverkan på missfärgningar studeras för olika färgtyper.

Exempel på faktorer som kan ha betydelse och som ska studeras är

- underlagets egenskaper (olika bruk och murstenar)
- underlagets fukttillstånd
- appliceringsmetod
- antal färgskikt
- klimat vid appliceringen
- klimat efter appliceringen
- eftervattning

Inverkan av de olika faktorerna ska studeras både genom välkontrollerade försök i laboratorium och genom utomhusexponering.

Praktiskt ska försöken genomföras genom att vid samma tillfälle ytbehandla ett antal provytor som monterats i ett stativ. De olika provytorna kan till exempel bestå av olika underlag med olika fukttillstånd. Alternativt kan provytorna vara identiska men behandlas på olika sätt, till exempel olika appliceringsmetod, olika personer som utför målningen eller olika eftervattning.

Under senare tid har försök gjorts att påskynda karbonatiseringen genom kolsyrevattning. Detta kan vara ett sätt att minska risken för kalkutfällningar på cementhaltiga ytskikt och bör ingå i laboratorieförsöken.

Förutom de renodlade laboratorieprovningarna ska även (om möjligt) några intressanta fall med missfärgningar i praktiken analyseras för att försöka fastställa orsakerna till missfärgningarna.

En annan fråga som ska behandlas inom projektet är definitionen av "missfärgning". Var går gränsen mellan acceptabel (eller önskvärd) kulörskiftning (skäckighet) och störande missfärgning? Detta är självklart en subjektiv fråga. Ur entreprenörens synvinkel är det dock en stor ekonomisk fråga, eftersom en ommålning kan bli aktuell om fasaden inte accepteras vid slutbesiktningen. En målsättning är att försöka göra en "missfärgningslikare" för olika färgtyper samt informera branschen om olika färgers möjligheter och begränsningar.

LITTERATUR

Bagda, E, 1988, *Hygrothermische Erfahrungen mit der Prüfwand nach UEAtc.* Bauphysik 10 - 1988, Heft 4.

Bagda, E, & Lipp, G, 1996, *Zum verhalten von Wärmedämmverbundsystemen bei der Freibewitterung.* Bauphysik 18 - 1996, Heft 5.

Bagda, E, & Lipp, G, 1977, *Beurteilen der mechanischen Eigenschaften von Unter- und Oberputzen für Wärmedämmverbundsysteme.* Bauphysik 19 - 1997, Heft 4.

Carmeliet, J, Descamps, F & Hens, H, 1994, *New horizons in durability analysis of building envelope components.* 9. Bauklimatisches Symposium 1994, Dresden.

Elmarsson, B & Nevander, L-E, 1978, *Puts på tilläggsisolering - En problemanalys.* Byggnadsteknik. Lunds Tekniska Högskola. Rapport TVBH-3001. Lund.

Elmarsson, B, 1983, *Puts på tilläggsisolering - Serporockmetoden.* Byggnadsteknik. Lunds Tekniska Högskola. Rapport TVBH-3010. Lund.

Elmarsson, B, 1984, *Puts på tilläggsisolering - Samordning av mätprogram och utvärdering vid experimentbyggande.* Byggforskningsrådet R120:1984. Stockholm.

Epple, H, 1984, *Spannungen in der Verputzschicht von Wärmedämmsystemen an Aussenwänden.* Schweizer Ingenieur und Architekt, nr 21 - 1984.

Kunz, H, 1984, *Probleme mit verputzer Aussenwärmedämmung.* Baufachverlag. Zürich.

Gertis, K, Kießl, K, Nannen, D & Walk, R, 1983, *Wärmespannungen in Thermohaut-Systemen. Voruntersuchung unter idelisierten Randbedingungen.* Die Bautechnik 5/1983.

Heck, F, 1976, *Außenseitige Wärmedämmung als Putzfassade.* Gesundheits-Ingenieur, 97 - 1976, Heft 11.

Jeran, A, 1986, *Analyse von Putzschäden auf Mauerwerk aus hochwärmedämmenden Mauersteinen.* Bautenschutz und Bausanierung, 9 - 1986 no 4.

Kießl, K & Gertis, K, 1980, *Wärmeeigenspannungen in mehrschichtigen Außenbauteilen infolge instationärer Temperatureinwirkung.* Die Bautechnik, 2/1980.

Kießl, K & Gertis, K, 1982, *Wärmeeigenspannungen in Zweischaligem Mauerwerk mit Schalenfuge auf Grund instationärer Temperatureinwirkung.* Bauphysik 3/1982.

Kutti, T, 1989, *Skador på ytputs i Serporocksystem.* Byggnadsmaterial. Chalmers Tekniska Högskola. Rapport P-89:1. Göteborg.

Kutti, T, 1990, *Skador på ytputs i Serporocksystem.* Byggnadsmaterial. Chalmers Tekniska Högskola. Rapport P-90:2. Göteborg.

Künzel, H & Mayer, E, 1976, *Überprüfung von Außendämmsystemen mit Styropor-Hartschaumplatten.* Deutsche Bauzeitschrift, vol 24 nr 6.

Künzel, H, 1984, *Beurteilung der thermo-mechanischen Eigenschaften von Außenputzen.* Bauphysik 3/1984.

Künzel, H, 1985, *Beanspruchung von Außenputzen bei Wärmedämm-Verbundsystemen.* Kunststoffe im Bau, 20 - 1985, Heft 4.

Künzel, H & Böhm, H, 1986, *Außenseitige Wärmedämmung von Außenwänden in verbindung mit mineralischen Putzen.* Frauenhofer-Institut für Bauphysik. Bericht FB-11/1986.

Künzel, H, 1990, *Die hygrothermische Beanspruchung von Außenputzen als Schadensursache bei Wärmedämmverbundsystemen.* Bauphysik 12/1990, Heft 3.

Künzel, H & Leonhardt, H, 1991, *Praxisbewährung von mineralischen Wärmedämm-Verbundsystemen.* Die Mappe 7/1991.

Künzel, H, 1995, *Die Bewertung von Putzrissen bei Wärmedämmverbundsystemen.* Bautenschutz und Bausanierung, 18 - 1995, nr 6.

Mayer, E & Künzel, H 1984, *Bewährung von Wärmedämm-Verbundsystemen mit Kunstharzputzen in der Praxis.* Der Architekt 6/1984.

Meier, H-G, 1986, *Außenputz auf Mauerwerk mit erhöhter Wärmedämmung.* Bautenschutz und Bausanierung, 9 -1986, nr 4.

Meier, H-G, 1987, *Risse im Außenputz.* Der Stuckateur 6/1987.

Metzemacher, H, 1997, *Relaxation mindert Zugspannung.* Bautenschutz und Bausanierung 1/97.

Nannen, D & Gertis, K, 1984, *Thermische Spannungen in Wärmedämmverbund-Systemen.* Bauphysik 4/1984.

Nannen, D & Gertis, K, 1985, *Thermische Spannungen in Wärmedämmverbund-Systemen. Hohlstellen, Versprünge, Rand- und Eckbereiche.* Bauphysik 5/1985.

Oberhaus, H & Drell, R, 1995, *Spannungen und verformungen eines Wärmedämmverbundsystemes (WDVS); Messungen an einer prodewand und begleitende recherische Untersuchungen.* Bauphysik 17(1995), Heft 4.

Reinhardt, H-W, 1973, *Spannungen und Verformungen mehrschichtiger Außenwänden zufolge Temperaturänderungen.* Betonwerk+Fertigteil+Technik, Heft 4/1973.

Sahlman, L & Tolstoy, N, 1997, *Varför böjer sig marmorplattor på fasader?* Sten 2/1997.

Schäfer, H-G, 1990, *Zum Standsicherheitsnachweis von Wärmedämmverbundsystemen mit Klebung und Verdübelung.* Bauphysik 12 (1990), Heft 4.

Schäfer, H-G & Oberhaus, H, 1993, *Instandsetzen von Plattenbauten. Eignung von Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) auf Großentafelbauten.* Bauphysik 15 (1993) Heft 1.

Siech, H-J, 1991, *Außenputz auf hochwärmedämmendem Mauerwerk.* Bauzeitung 45 (1991) 7.

Stichting Bouwresearch, 1986, *Buitenisolatie-systemen met gepleisterde afwerking.* Stichting Bouwresearch, Rotterdam.

Stieger, J, 1977, *Glasgittergewebe für die Putzarmierung bei der Aussenisilation.* Schweizer Baublattt Nr 36 1977.

Zimmermann, G, 1978, *Außenseitiges Wärmedämmverbundsystem auf Außenwand. Bildung von Rissen und Blasen im Putz.* Deutsches Architektenblatt, vol 10, nr 8, 1998.

FOTOBILAGA



FOTO 1. Sprickor i traditionellt system med puts på isolering. Släpljus.

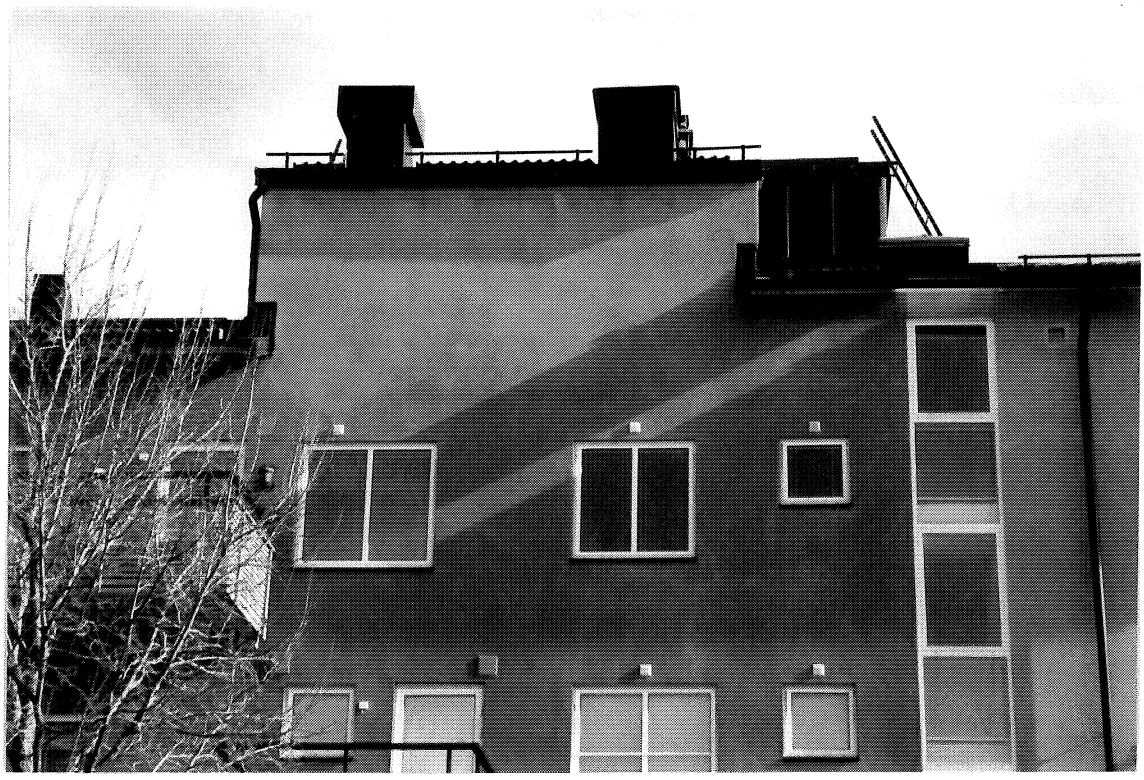


FOTO 2. Missfärgningar upptill (kalkutfällningar) på ny KC-puts.



FOTO 3. Urkratsade sprickor på fasad med KC-puts på isolering.

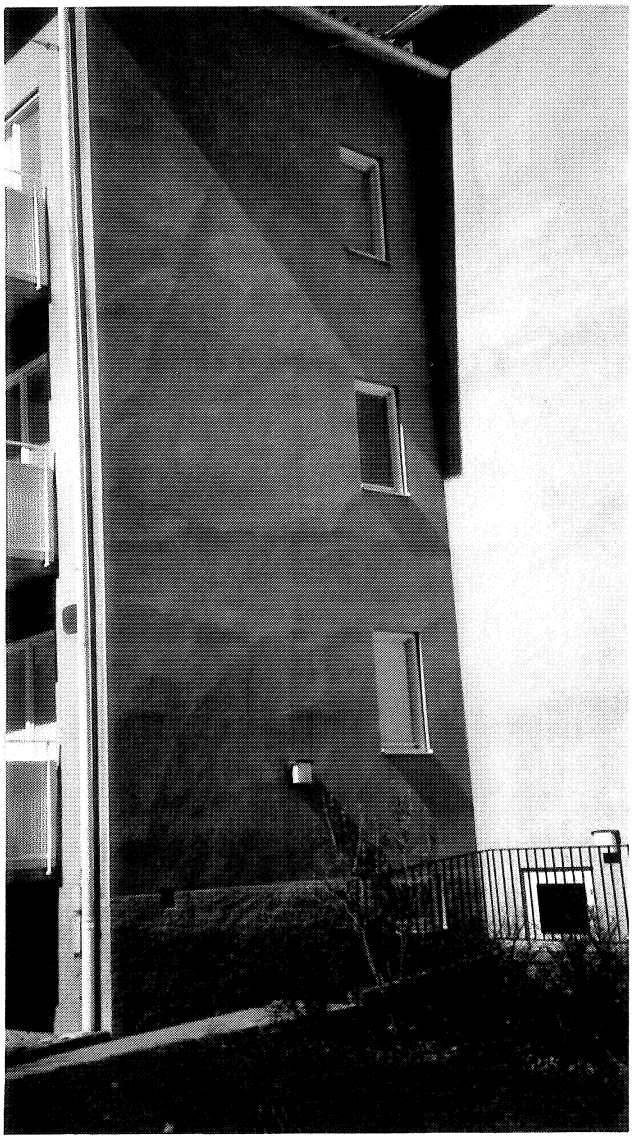


FOTO 4. Sprickor på fasad med puts på isolering.

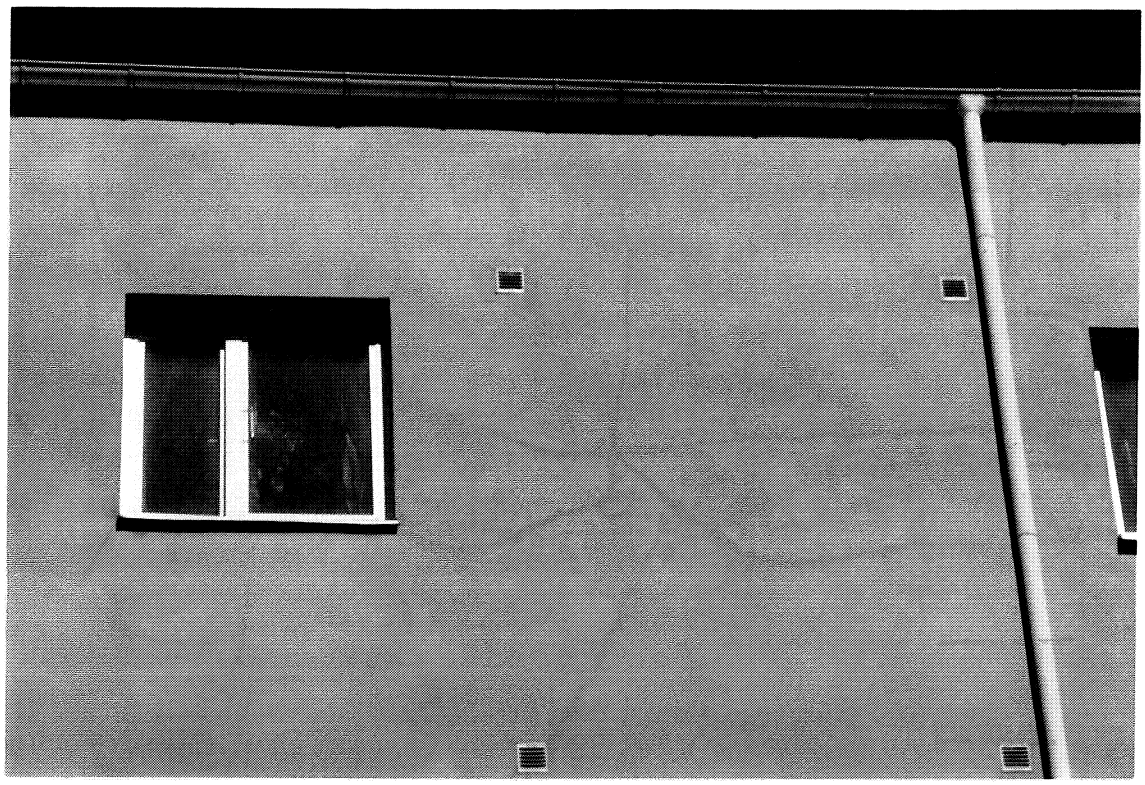


FOTO 5. Stjärnspricka i puts på isolering.

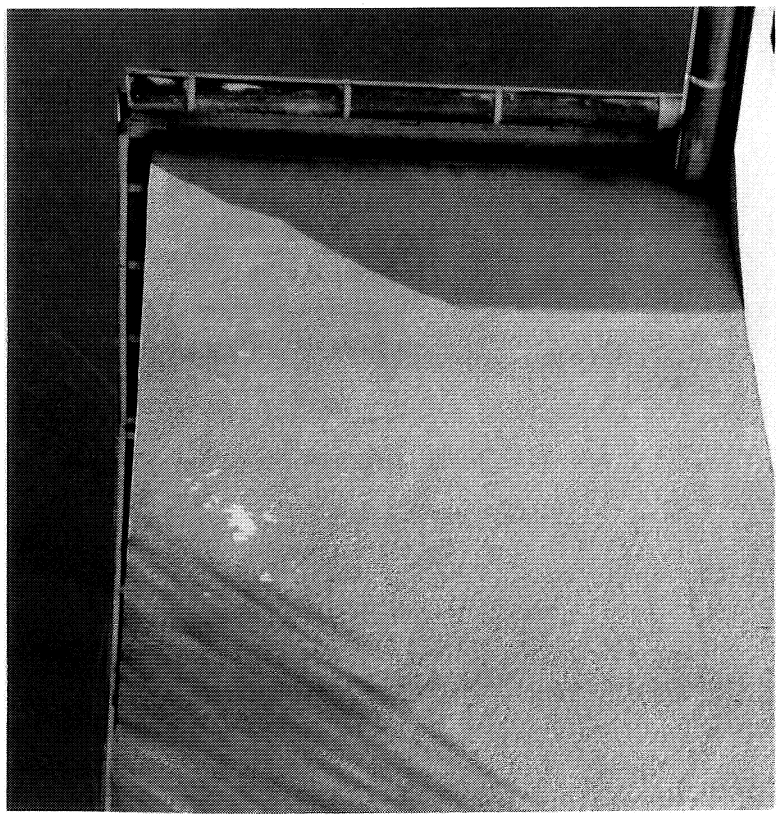


FOTO 6. Ytskiktsflagning av KC-stänkputs.



FOTO 7. Vertikal spricka mellan fönster i puts på isolering.

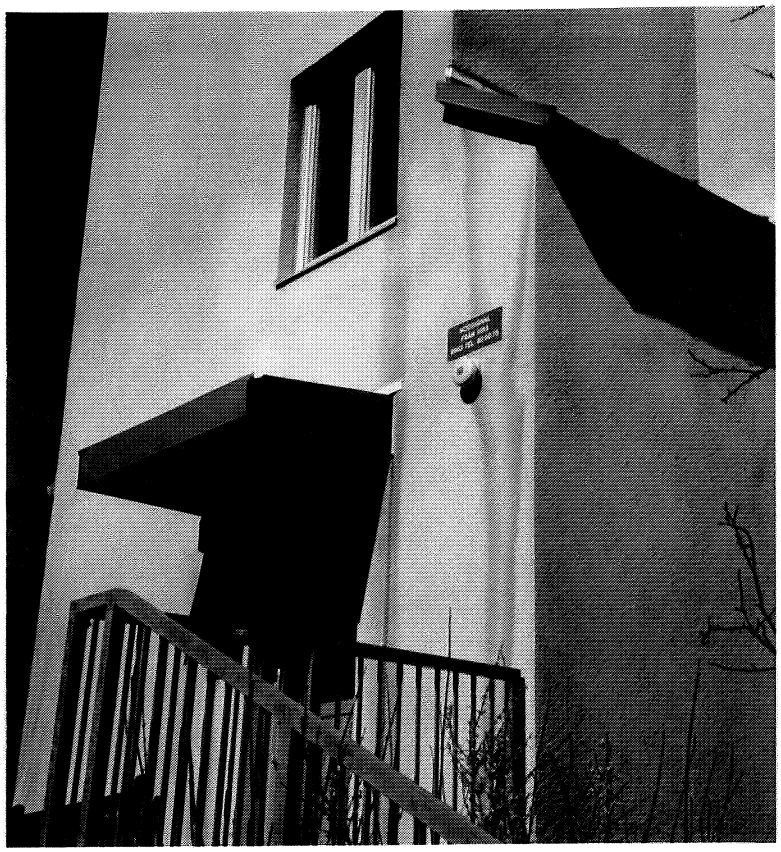


FOTO 8. Missfärgningar (rinningar) på KC-stänkputs.



FOTO 9. Missfärgningar vid bomlagsskarvar på KC-stänkputs.

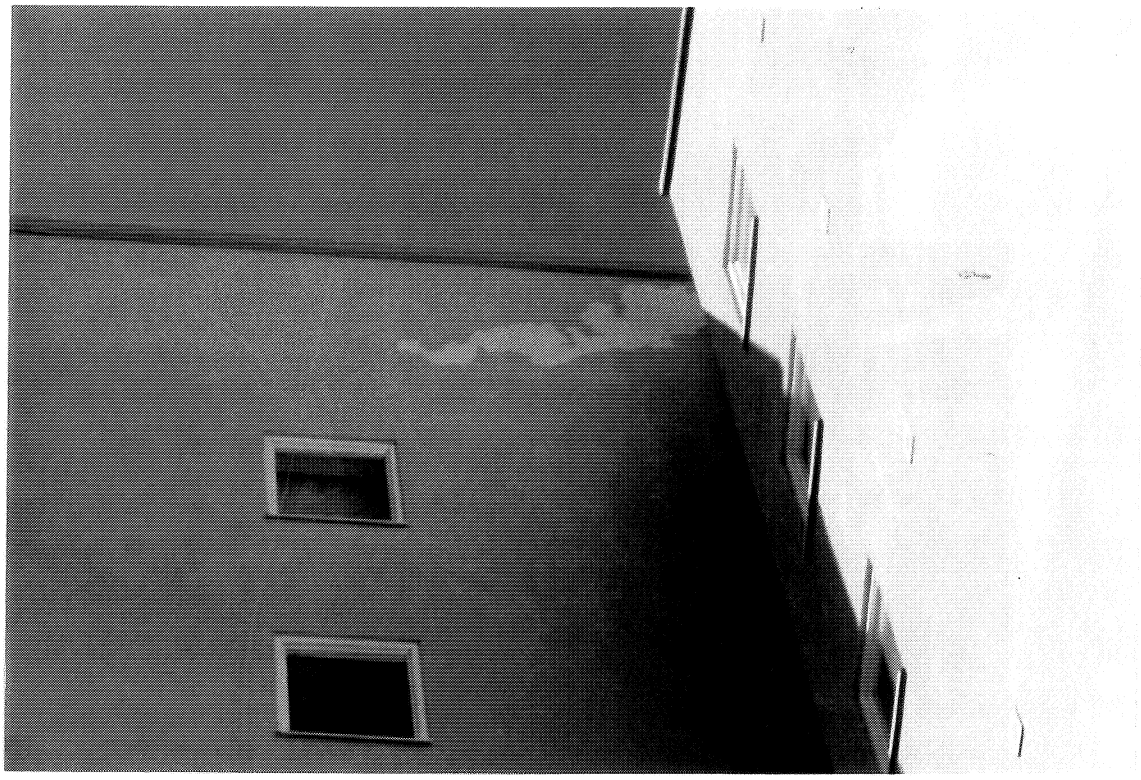


FOTO 10. Flagning av organiskt ytskikt på "lätt" putssystem.

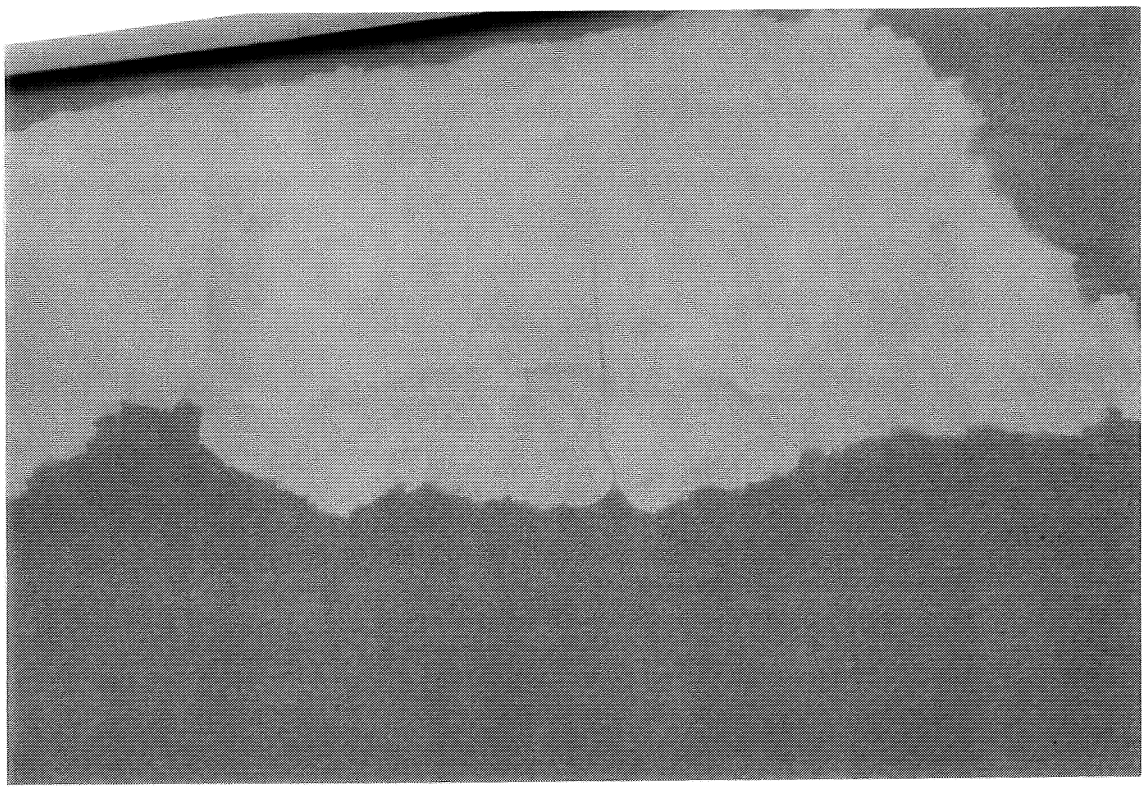


FOTO 11. Sprickbildning och ytputsflagning av KC-stänkputs på puts på isolering.

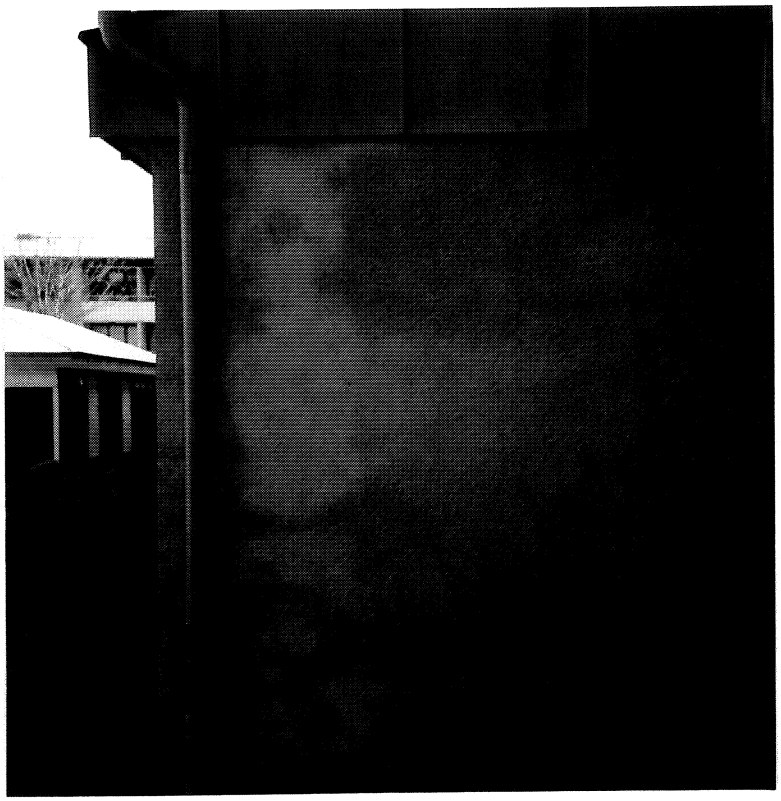


FOTO 12. Missfärgning (kalkutfällning) på ny KC-puts.



FOTO 13. Kraftiga "rinnmärken" på gammal KC-puts.



FOTO 14. Missfärgningar på CD-färg.



FOTO 15. 10 år gammal fasad med KC-ytskikt.



FOTO 16. 10 år gammal fasad med silikonhartsbaserat ytskikt.



FOTO 17. Fasader utan missfärgningar, mot norr och öster



FOTO 18. Fasader med missfärgningar, mot söder och väster.

KFS AB, LUND 1998