

SPRICKBILDNING I PUTS PÅ ISOLERING **Slutrapport**

Kenneth Sandin



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
LUNDS UNIVERSITET

Avd Byggnadsmaterial

SPRICKBILDNING I PUTS PÅ ISOLERING

Slutrapport

Kenneth Sandin

ISRN: LUTVDG/TVBM--08/3145--SE (1-25)

ISSN: 0348-7911 TVBM

Lunds Tekniska Högskola
Byggnadsmaterial
Box 118

221 00 LUND

Tel: 046-2227415
Fax: 046-2224427
www.byggnadsmaterial.lth.se

FÖRORD

I en tidigare probleminventering gällande putsade fasader, *Sandin 1998*, konstaterades att sprickbildning i puts på isolering ansågs vara det dominerande problemet i putssammanhang. Med utgångspunkt från denna inventering utarbetades ett forskningsprogram innefattande litteraturstudier, datorberäkningar, laboratorieundersökningar samt fullskaleförsök. De olika delarna har redovisats i separata rapporter enligt litteraturlista.

Föreliggande rapport är en slutrapport som kortfattat sammanfattar genomförda undersökningar med hänvisning till separata delrapporter.

Projektet har genomförts i samarbete med Interoc Fasad AB och Fasadex AB i Malmö. Projektet har finansierats av Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF), maxit AB, Skanska, SPEF och Combimix AB.

Lund i maj 2008

Kenneth Sandin

INNEHÅLL

INNEHÅLL	5
SAMMANFATTNING	7
1 INLEDNING	9
2 PUTSSYSTEMET OCH SPRICKBILDNING I PRAKTIKEN	11
3 INLEDANDE PARAMETERSTUDIE OCH LABORATORIEUNDERSÖKNING	13
4 PUTSENS KRYMPNING OCH SVÄLLNING	15
5 MEKANISMSTUDIER	17
6 PROVVÄGGAR	21
7 SLUTSATSER	23
7.1 Sprickmekanismer	23
7.2 Hur får man en sprickfri puts i praktiken?	23
LITTERATUR	25

SAMMANFATTNING

I slutet av 1990-talet ökade antalet fall med sprickbildning i tjockputs på värmeisoleringskraftigt. 1999 startade ett större projekt med syfte att komma fram till orsakerna till sprickbildningen och rangordna olika faktorer som kunde ha betydelse i sammanhanget.

Projektet har genomförts etappvis och redovisats i ett antal delrapporter enligt litteraturlistan. Först gjordes enkla parameterstudier och enkla laboratorieförsök. Dessa låg sedan till grund för djupare analyser och nya provningsmetoder. I dessa inledande studier konstaterades att risken för sprickbildning grundläggs den första tiden efter putsningen.

En ny metod för att kontinuerligt mäta putsens krympning under uttorkning och uppfuktning utvecklades. Ett intressant resultat var att putsens krympning ökar kraftigt efter en uppfuktning/uttorkning.

Ett stort antal försök har gjorts på putsremсор med olika putsystem. Syftet med dessa försök var att studera olika mekanismer och hur olika faktorer inverkar på sprickbildningen. Dessa studier visade att en armering som placeras nära värmeisoleringsen har en negativ effekt. För att armeringen ska få en positiv effekt måste den placeras långt ut i putsen, minst halvvägs ut mot utsidan. Under inverkan en fuktgradient och felaktigt placerad armering blir risken för sprickbildning mycket stor.

Parallellt med ovanstående analyser och försök har ett 20-tal putsystem testats på 6x2.5 m stora provväggar. Dessa tester har verifierat slutsatserna från övriga försök och analyser. Noterbart är att det sker en kraftig ökning av sprickbildningen efter en uppfuktning/uttorkning. Sker ingen sprickbildning efter några uppfuktningar/uttorkningar torde risken för sprickbildning i framtiden vara minimal. Ett annat intressant resultat är att sprickbildning sker även mycket nära dilatationsfogar. Aktuell sprickbildning kan alltså inte elimineras med dilatationsfogar.

Med utgångspunkt från erhållna resultat kan följande rekommendationer ges:

- *Flytta ut armeringen så mycket som möjligt med distanser*
- *Använd grövre ballast*
- *Fiberinblandning i bruket*
- *Använd krympreducerande tillsatser i putsbruket*

Resultaten från projektet utnyttjas idag i praktiken och utfallet är mycket gott. Om man följer rekommendationerna helt sker ingen sprickbildning.

1 INLEDNING

Tjockputs på värmeisolering började användas i stor skala i mitten på 1970-talet i Sverige. Systemet fungerade mycket bra fram till slutet av 1980-talet. Inga alarmerande rapporter om sprickbildning förekom. I början av 1990-talet inträffade dock enstaka fall med omfattande sprickbildning kort tid efter färdigställandet. Under slutet av 1990-talet ökade problemen med sprickbildning dramatiskt. Anmärkningsvärt var att alla äldre objekt fortfarande var sprickfria. Det var enbart vid nyproduktion sprickbildning förekom.

1999 startade ett omfattande forskningsprojekt vid Byggnadsmaterial, Lunds Tekniska Högskola, med syfte att komma fram till orsakerna till sprickbildningen samt att rangordna inverkan av olika faktorer som kunde ha betydelse.

Projektet inleddes med parameterstudier och enkla laboratorieundersökningar med avseende på putsens mekaniska egenskaper och krympning. Med utgångspunkt från dessa studier förfinades laboratorieundersökningarna och de teoretiska analyserna i form av mekanismstudier. Parallellt med dessa studier gjordes ”fullskaleförsök” på provväggar i laboratorium.

Föreliggande rapport är en sammanfattning av alla genomförda studier med hänvisning till ett antal delrapporter för mer detaljerad information.

Dispositionen av rapporten är gjord så att de olika momenten redovisas var för sig. Det är alltså inte någon kronologisk redogörelse. Först beskrivs de inledande laboratorieförsöken och parameterstudierna. Därefter följer en beskrivning av mer djupgående studier av brukets krympning och mekanismanalyser. Därefter beskrivs genomförda försök med provväggar. Slutligen sammanfattas med slutsatser och hur projektet fört kunskapsläget framåt samt hur dessa kunskaper idag används i praktiken.

2 PUTSSYSTEMET OCH SPRICKBILDNING I PRAKTIKEN

Det ursprungliga putssystemet bestod av en cirka 20 mm tjock KC-puts på hård mineralull med tjockleken 50-100 mm. Först monterades värmeisoleringen på den bärande väggen, ofta en träregelstomme med utvändig skivbeklädnad. Utanpå värmeisoleringen monterades normalt ett stålnät med tråddiameter cirka 1 mm och maskvidd cirka 20 mm dikt mot isoleringen. Stålnätet förankrades in i den bärande stommen med olika typer av mer eller mindre rörliga infästningsanordningar. På detta nät applicerades sedan två skikt med KC-bruk.

Den sprickbildning som uppstod i praktiken skedde normalt kort tid efter färdigställandet, i vissa fall endast några veckor efter putsningen. Generellt gällde att sprickbildningen visade sig i samband med den första uttorkningen efter putsningen eller efter uttorkningen efter det första slagregnet. Gjordes putsningen på sommaren kunde sprickbildningen ske efter någon vecka då putsen torkade ut. Skedde putsningen sent på hösten kunde sprickbildningen i stället ske på våren då putsen torkade ut för första gången.

Sprickbildningen skedde normalt i ett masknät med maskvidd mellan 0.5 och 2 meter. Sprickbredden kunde variera mellan 0.05 mm (knappt synlig för ögat) och 0.5 mm. Typiska sprickmönster illustreras i FIGUR 1. Av den vänstra bilden framgår även att putskakorna mellan sprickorna har böjt sig. (Bilden är tagen i släpljus.) Denna böjning varierar kraftigt med väderleken, vilket innebär att det ibland är svårt att se sprickorna medan vid annan väderlek sprickorna syns mycket tydligt.

Skedde ingen sprickbildning i samband med den första uttorkningen eller efter det första slagregnet uppträdde normalt inga sprickor senare heller.



FIGUR 1. Typiska sprickmönster.

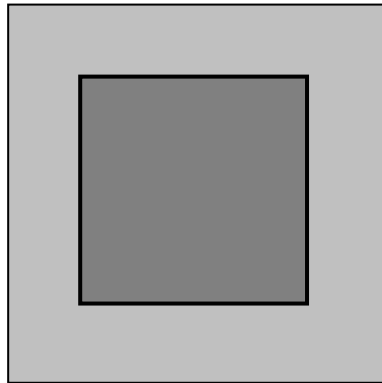
3 INLEDANDE PARAMETERSTUDIE OCH LABORATORIEUNDERSÖKNING

Det var från början uppenbart att brukets krympning och mekaniska egenskaper hade stor betydelse för eventuell sprickbildning. De mekaniska egenskaperna kan till exempel vara draghållfasthet, brottenergi, E-modul och brottöjning. Dessa egenskaper bestäms normalt efter en viss tids härdning, t ex 28 dygn. I aktuellt fall är det dock dessa egenskaper vid kort tid efter tillverkningen som är intressanta.

För att kunna göra datasimuleringar bestämdes de mekaniska egenskaperna för ett normalt KC-bruk vid tiderna 2, 3, 4 och 7 dygn. Putsens fria krympning som funktion av tiden bestämdes på 500 mm långa strimlor.

För att få en första uppfattning om möjligheten att göra datasimuleringar gjordes ett antal beräkningar på en putsyta med mycket enkel geometrisk utformning samtidigt som prover med samma geometriska utformning tillverkades. Putsytans utseende framgår av FIGUR 2. Den inre mörkare kvadraten är fixerad och kan inte deformeras. Den yttre ljusare randen är putsen.

Simuleringarna gjordes med det kommersiella dataprogrammet DIANA.



FIGUR 2. Modell vid inledande datasimuleringar.

Tillverkningen av putsproverna gjordes i en kvadratisk plexiglasform 500x500 mm med en 300x300 mm skiva som mothåll i mitten. Mellanrummet mellan denna skiva och formens yttersidor fylldes med bruk. När bruket torkar och krymper bildas spänningskoncentrationer vid de inre hörnen. Under uttorkningen registrerades eventuell sprickbildning dagligen.

Både armerade och oarmerade putser studerades. I allmänhet uppstod sprickor vid 2-3 hörn. Utan armering kunde sprickbredden bli upp till 0.6 mm. Med armering var det närmast fråga om mindre sprickanvisning vid de inre hörnen.

Överensstämmelsen mellan datorberäkningarna och försöksresultaten var god och följande slutsatser kunde dras:

- *Risken för sprickbildning grundläggs den första tiden efter putsningen. Sedan är det en tidsfråga innan sprickorna utvecklas och blir synliga.*
- *En ökning av putsens draghållfasthet har inte så stor inverkan på sprickbildningen. En minskning av putsens E-modul har samma inverkan som en ökning av draghållfastheten.*
- *En ökning av putsens brottseghet har stor inverkan på sprickbildningen. En ökad brottseghet kan erhållas med nätarmrad puts eller fiberinblandning i bruket.*

Detaljredovisning av ovanstående finns i *Hassanzadeh 2001*.

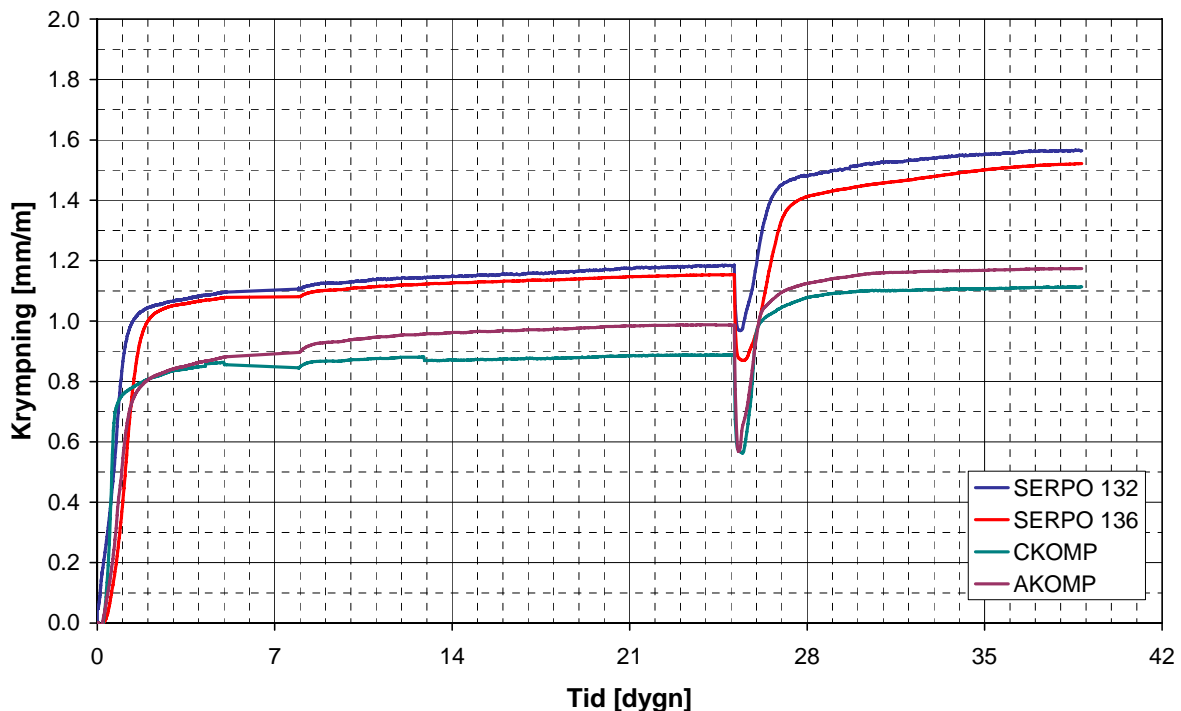
4 PUTSENS KRYMPNING OCH SVÄLLNING

Att putsens krympning i ett tidigt skede är en grundorsak till sprickbildningen var uppenbart på ett tidigt skede i undersökningen. För att undersöka brukets krympning gjordes krympningsmätningar på olika sätt. Mätningar gjordes av både initialkrympningen och svällning/krympning vid uppfuktning/uttorkning efter att bruket härdat.

Mätningarna har gjorts på tre olika sätt:

- *Traditionell metod med bruksprismor*
- *Mätning av sprickbildning vid fasthållning i plexiglasformar*
- *Automatisk registrering av hela krympningsförloppet*

Den mest intressanta metoden är den automatiska registreringen av hela krympningsförloppet följt av ytterligare uppfuktningar/uttorkningar. Som ett exempel på resultat visas i FIGUR 3 krympning och svällning vid initialuttorkning och vid uppfuktning/uttorkning för ett bruk.



FIGUR 3. Krympning/svällning för några bruk. Bruken uppfuktades efter 25 dygn.

Det intressanta med förloppet är att krympningen ökar markant vid uttorkningen efter uppfuktningen vid 25 dygn. Det är rimligt att anta att krympningen det första dygnet är utan betydelse för sprickbildningen eftersom bruket då är plastiskt. Jämför man ökningen i krympning efter uppfuktning/uttorkning vid 25 dygn med krympningen efter de första 1-2 dygnen ser man att den förra är väsentligt större än initialkrympningen. Vid ytterligare uppfuktning/uttorkning ökade krympningen ännu mer. Ökningen avtog efterhand och efter 4-5 uppfuktningar var läget stationärt.

Någon vetenskaplig förklaring till att krympningen ökar går i dagsläget inte att ange. Det är dock inte fråga om en tillfällighet. Alla testade bruk uppvisar samma mönster. Förhållandet bör utredas i framtiden.

Det faktum att bruken krymper väsentligt mer efter en uppfuktning/uttorkning än vid den första uttorkningen stämmer bra med sprickbildningen i försöken med provväggarna. Vid den första initialuttorkningen sker i vissa fall en viss sprickbildning. Efter den första uppfuktningen/uttorkningen ökar sedan sprickbildningen dramatiskt. Detta innebär att risken för sprickbildning är störst i samband med de första slagregnen efter att putsen härdat. Sker ingen sprickbildning efter de första slagregnen mot fasaden är risken för framtida sprickor minimal.

Genomförandet av krympningsmätningarna beskrivs i detalj i *Sandin 2002*. I andra rapporter i litteraturlistan redovisas resultat för ytterligare bruk.

5 MEKANISMSTUDIER

För att förstå mekanismerna bakom sprickbildningen i puts på isolering utvecklades en ny provningsmetod med putsremсор. Putsremсорnas deformationer, d.v.s. den axiella deformationen samt deformationer vinkelräta mot putsremсорs längdaxel bestämdes under pågående uppfuktning och uttorkning. Inverkan av olika faktorer på putsens beteende och sprickbildning studerades. Faktorer som studerades var bland annat putsbrukets krympegenskaper, styvhet och hållfasthet, armeringens typ och läge, putsens härdning samt putsens tjocklek.

Putsremсорs längd och bredd var 700 mm respektive 60 mm. Putsremсорs tjocklek var 10 mm respektive 20 mm.

Efter härdning utsattes putsremсорn för ensidig uttorkning i en klimatbox. Den önskade RF-nivån i boxen upprätthölls genom att placera skålar med mättade saltlösningar i boxen.

När putsremсорn placerats i boxen bestäms deformationerna kontinuerligt. Både axiella deformationer och deformationer vinkelräta mot putsremсорs längdaxel bestäms.

I *Hassanzadeh 2004* beskrivs provningsmetoden i detalj. I rapporten presenteras även provningar och beräkningar utförda för att fastställa de mekanismer som ligger bakom sprickbildning i puts på isolering.

Provningarna utfördes på oarmerade och armerade putsremсор genom att utsätta dem för upprepad uttorkning och uppfuktning. I de armerade remсорna var armeringen placerad excentrisk i förhållande till remсорs längdaxel, 2 mm från putsremсорs insida.

Genom att mäta putsremсорnas deformationer i olika riktningar konstaterades att en oarmerad putsremсор deformeras axiellt på grund av krympning och böjs/kröks på grund av ojämn fuktfördelning genom remсорs tjocklek.

Den armerade putsremсорs axiella deformation var mindre jämfört med den oarmerade remсорn. Anledningen bedömdes vara att armeringen motverkade brukets krympning. De armerade strimlorna visade kraftig krökning. Större delen av krökningen orsakades av den excentrisk placerade armeringen. Armeringen medförde, genom att förhindra krympningen i den kant den satt, en ojämn töjningsfördelning över putsremсорs tjocklek vilken gav upphov till krökningen.

I en verklig situation förhindras krökningen av kramlor. Denna effekt tillsammans med inverkan av fuktgradient och förhindrade axiella krymprörelser, som orsakas av armeringen, bedömdes vara anledning till sprickbildning i puts på isolering. Det bör noteras att i verkligheten tillkommer ytterligare effekter såsom temperaturgradient och vindlast. Dessa har inte beaktats vid denna undersökning.

Målsättningen med de provningar som redovisas i *Hassanzadeh 2004* var dels att bestämma typ och storleken hos de deformationer som uppstår i putsen och dels att avgöra om deformationerna kan förorsaka sprickbildning om de förhindras. De provningar som utfördes då var begränsade till enbart mekanismstudier och inga hänsyn togs till inverkan från faktorer som isoleringens typ och styvhet, infäst-

ningskramlornas styvhet, brukets mekaniska och fysikaliska egenskaper, armeringens typ och placering med mera.

I *Hassanzadeh 2006, 2007 och 2008* redovisas fortsatta provningar med putsstrimlor med hjälp av den metod som beskrevs ovan. Syftet med de provningar som redovisas i *Hassanzadeh 2006* var att:

- *Jämföra deformationerna hos enkelarmerade putsremsor med deformationerna hos dubbelarmerade putsremsor.*
- *Studera inverkan av armeringstyp samt inverkan av armeringens placering.*
- *Studera sprickbildning hos förankrade putsremsor utan isolering.*
- *Studera sprickbildning hos förankrade putsremsor på isolering.*

Resultaten visar att armeringens typ och placering har stor inverkan på sprickbildning i puts.

Syftet med de provningar som redovisas i *Hassanzadeh 2007* var att förstå betendet hos puts på träullsskivor. Putsade träullsremsor utsattes för upprepad uppfuktning och uttorkning.

Mätningarna visade att putsade träullsskiveremсор kröker vid uttorkning samt att det finns stor risk för sprickbildning över skarven mellan två träullsskiveremсор, vilken kan förklara en del av de sprickbildningar som har observerats på putsade träullsskivefasader i praktiken. Slutsatser från *Hassanzadeh 2007* kan till viss del tillämpas på puts på cellplastskivor.

I *Hassanzadeh 2008* presenteras de provningar som har utförts för att studera:

- *Inverkan av brukssammansättning och bruksegenskaper (krympkompenserade bruk).*
- *Inverkan av armeringstyp och placering.*
- *Inverkan av putsning i två skikt.*
- *Inverkan av härdningstider.*

Resultaten visar bland annat:

- *Det finns ingen signifikant skillnad mellan en armerad putsremsa tillverkad med krympkompenserat bruk eller tillverkad med icke krympkompenserat bruk när det gäller den axiella krympningen.*
- *Putsremsor tillverkade med krympkompenserade bruk uppvisar större utböjning jämfört med putsremsor tillverkade med icke krympkompenserade bruk. Resultaten tyder på att utböjningens storlek styrs av brukens elasticitetsmodul och hållfasthet. Starkare och styvare bruk leder till större utböjning.*
- *Risken för sprickbildning är mindre hos krympkompenserade putsbruk jämfört med de icke krympkompenserade.*
- *Risken för sprickbildning blir mindre om armeringen flyttas längre utåt, d.v.s. längre ut från isoleringen. Armeringen bör läggas nära utsidan av putsen.*
- *Inblandning av plastfibrer har ingen stor inverkan vad det gäller begränsning av axiella deformationer och utböjning hos stålätarmerade putsremsor.*
- *När det gäller axiella deformationer och utböjning har ingen signifikant skillnad noterats mellan att utföra en putsning i två steg, d.v.s. att grunda först och sedan putsa eller att utföra putsningen i ett steg.*

- *Det finns indikation på att längre härdning före uttorkning kan leda till större axiella deformationer och utböjning men resultatet är inte signifikant.*

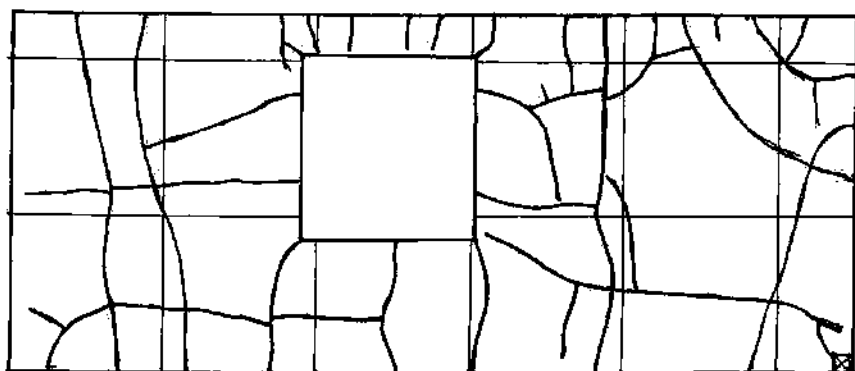
Den provningsmetod som har utvecklats i detta projekt har visat sig vara ett bra komplement till de provningar av hela väggar som utfördes i samma putsprojekt. Provningsmetoden visar god potential för att på sikt kunna ersätta provningar av hela väggar.

6 PROVVÄGGAR

Provväggar med olika systemuppbyggnad har varit centralt i projektet. Totalt har ett tjugotal olika varianter testats. Provväggarna är cirka 6x2.5 m och består av en träregelstomme med 50 mm utvändigt styv mineralull. Olika kombinationer av puts och armering appliceras sedan på den yttre mineralullen. Härfter utsätts väggen enbart för uttorkning-vattenbegjutning-uttorkning etc.

Det första putssystemet valdes medvetet "så dåligt som möjligt" för att testa metoden. Hade vi inte fått sprickor i detta system så hade provningsmetoden inte varit användbar. Det första putssystemet bestod av en 10 mm tjock puts av ett finputsbruk (avsett att användas i endast några få mm tjocklek) och med ett stålnät placerat dikt mot isoleringen. Putsen sprack direkt vid den första uttorkningen efter putsningen. Efter ett antal uppfuktningar-uttorkningar var putsen totalt uppsprucken enligt FIGUR 4. Överensstämmelsen med sprickbildningen i praktiken enligt FIGUR 1 var slående och för projektets fortsättning var resultatet lovande. Sprickbildning konstaterades precis intill en helt fri putskant, vilket innebär att dilatationsfogar inte kan förhindra sprickbildningen.

Provväggarnas uppbyggnad och provningens genomförande redovisas i detalj i *Sandin 2003*.



FIGUR 4. Sprickbildning i de första provväggarna.

Efter det inledande försöket testades ett antal kommersiella system. Resultaten blev ungefär desamma som i det inledande försöket. Sprickbildningen var i vissa fall dock något mindre. Provningsmetoden var sålunda acceptabel, trots den ”milda” behandling putsen utsattes för.

Efter ovanstående provningar modifierades systemen med utgångspunkt från teoretiska betraktelser med hjälp av datorberäkningar. I princip varierades en variabel i sänder för att kunna säkerställa enskilda faktorerers inverkan. Som exempel på variabler kan nämnas armeringstyp (stålnät eller glasfibernet), armeringens placering (mot isoleringen, mitt i putsen och nära ytterytan), brukets sammansättning, putsens uppbyggnad och härdningsbetingelser.

Efterhand minskade sprickbildningen och genom ett antal åtgärder (tillsammans eller var för sig) kunde sprickbildningen elimineras. Vid det sista försöket testades 5 olika varianter som vi bedömde som ”säkra” och det system som användes i det första försöket. Systemet från det första försöket sprack på samma sätt som första gången. De andra 5 systemen visade ingen sprickbildning.

Provväggar och resultat redovisas i detalj i *Sandin 2004*, *Sandin 2005* och *Sandin 2008*.

7 SLUTSATSER

7.1 Sprickmekanismer

Mekanismen vid sprickbildning kan sammanfattas på följande sätt:

1. *Brukets krympning förhindras av stålnätsarmeringen, varvid dragspänningar uppstår i putsen.*
2. *Om armeringen ligger excentriskt förhindras krympningen där armeringen finns. Detta medför en krökning av putsen.*
3. *Kramlorna vill förhindra krökningen, varvid ytterligare spänningar uppstår.*
4. *Fuktgradienter i putsen vill kröka putsen, vilket medför spänningar. Armeringen håller emot denna krökning, varvid ytterligare spänningar uppstår.*
5. *Kramlorna kommer att förhindra krökningen på grund av fuktgradienter, vilket medför ytterligare spänningar.*

I praktiken tillkommer ytterligare mekanismer, till exempel temperaturgradienter och vindbelastningar. Helt avgörande för sprickbildningen torde dock vara brukets krympning och armeringens placering.

En annan faktor som ofta diskuteras när det gäller sprickbildning i tjockputs på värmeisolering är rörelsefogar. Av slentrian placeras ofta rörelsefogar med ett avstånd 10-15 meter mellan fogarna. I våra studier har vi konstaterat att rörelsefogar inte har någon som helst betydelse för aktuell sprickbildning. Sprickbildning kan ske i direkt anslutning till rörelsefogar.

7.2 Hur får man en sprickfri puts i praktiken?

Som nämnts tidigare är den dominerande faktorn som medför sprickbildning brukets krympning under härdning och uttorkning. Att eliminera denna krympning helt är i praktiken omöjligt. Möjligen kan man reducera krympningen genom olika krympreducerande tillsatser, fiberinblandning och en lämplig ballastgradering. Ballasten måste då vara relativt grovkornig, vilket medför sämre arbetbarhet hos bruket. Detta kan till exempel medföra att det inte går att pumpa eller spruta bruket.

Åtgärderna måste i stället inriktas på att "ta hand om" krympningen och fördela den så att det inte bildas enstaka större sprickor. Krympningen ska fördelas så att det i stället uppstår många osynliga mikrosprickor. Detta görs då genom ett lämpligt val av armeringssystem. Att placera armeringen direkt mot värmeisoleringen, vilket man gjorde tidigare, är direkt felaktigt. En sådan placering ökar risken för sprickor på grund av att putskakan då kommer att krökas. Den mest elementära åtgärden är att placera stålnätet mitt i putsen. Då kommer initialkrympningen inte att medföra någon krökning, med tillhörande spänningar. I praktiken är det svårt att få armeringen mitt i putsen. Försök har gjorts med olika typer av distanser. Armeringen har ändå till stor del hamnat relativt nära isoleringen. Ska man få armeringen i mitten eller till och med något närmare ytterytan måste hela processen justeras. Ett sätt är att först applicera ett första putsskikt och låta detta härda. Här efter monteras armeringsnätet på distans från det första skiktet. Vi har med framgång testat metoden. Metoden kräver dock en större arbetsinsats vid putsningen.

En annan möjlig väg är att förse armeringsnätet med distanser vid tillverkningen. Ett sätt som vi med stor framgång testat är ett dubbelt armeringsnät med 10 mm avstånd mellan näten. Det innersta nätet monteras dikt mot isoleringen. Det andra nätet kommer då automatiskt 10 mm ut från isoleringen. Denna variant torde vara helt säker för att undvika sprickbildning.

Ytterligare ett sätt är att förutom stålnätet applicera ett glasfibernet eller motsvarande nära ytterytan. Detta nät kommer då att fördela krympningen så att det bildas ett stort antal mikrosprickor i stället för enstaka bredare sprickor. Även denna metod har vi testat med stor framgång.

Den metod som idag används i praktiken innebär en kombination av:

- 1. Flytta ut armeringen så mycket som möjligt med distanser*
- 2. Grövre ballast*
- 3. Fiberinblandning i bruket*
- 4. Krympreducerande tillsatser*

Enligt uppgift från de systemleverantörer som tillämpar ovanstående principer förekommer aktuell sprickbildning inte längre.

LITTERATUR

- Sandin, K, 1998, *Beständighet hos putsade fasader – Probleminventering*. Lunds Tekniska Högskola. Avdelning Byggnadsmaterial. Rapport TVBM-3079. Lund.
- Hassanzadeh, M, 2001, *Sprickbildning i puts på isolering – Inledande laboratorieförsök och parameterstudier*. Lunds Tekniska Högskola. Avdelning Byggnadsmaterial. Rapport TVBM-3099. Lund.
- Sandin, K, 2002, *Sprickbildning i puts på isolering – Inledande studier av putsens krympning och svällning*. Lunds Tekniska Högskola. Avdelning Byggnadsmaterial. Rapport TVBM-3101. Lund.
- Sandin, K, 2003, *Sprickbildning i puts på isolering – Inledande försök på provväggar*. Lunds Tekniska Högskola. Avdelning Byggnadsmaterial. Rapport TVBM-3108. Lund.
- Sandin, K, 2004, *Sprickbildning i puts på isolering – Försök på provväggar*. Lunds Tekniska Högskola. Avdelning Byggnadsmaterial. Rapport TVBM-3116. Lund.
- Hassanzadeh, M, 2004, *Sprickbildning i puts på isolering – Undersökning av grundläggande mekanismer*. Lunds Tekniska Högskola. Avdelning Byggnadsmaterial. Rapport TVBM-3117. Lund.
- Sandin, K, 2005, *Provning av sprickbenägenhet hos några maxit-system för puts på isolering..* Lunds Tekniska Högskola. Avdelning Byggnadsmaterial. Rapport TVBM-7182. Lund.
- Hassanzadeh, M, 2006, *Sprickbildning i puts på isolering – Undersökning av grundläggande mekanismer-del II*. Lunds Tekniska Högskola. Avdelning Byggnadsmaterial. Rapport TVBM-3132. Lund.
- Hassanzadeh, M, 2007, *Sprickbildning i puts på isolering – Undersökning av grundläggande mekanismer-del III*. Lunds Tekniska Högskola. Avdelning Byggnadsmaterial. Rapport TVBM-3137. Lund.
- Sandin, K, 2008, *Sprickbildning i puts på isolering – Avslutande försök på provväggar*. Lunds Tekniska Högskola. Avdelning Byggnadsmaterial. Rapport TVBM-3142. Lund.
- Hassanzadeh, M, 2008, *Sprickbildning i puts på isolering – Undersökning av grundläggande mekanismer-del IV*. Lunds Tekniska Högskola. Avdelning Byggnadsmaterial. Rapport TVBM-3144. Lund.