



LUND UNIVERSITY

Sprickbildning i puts på isolering - försök på provväggar

Sandin, Kenneth

2004

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Sandin, K. (2004). *Sprickbildning i puts på isolering - försök på provväggar*. (Rapport TVBM; Vol. 3116). 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

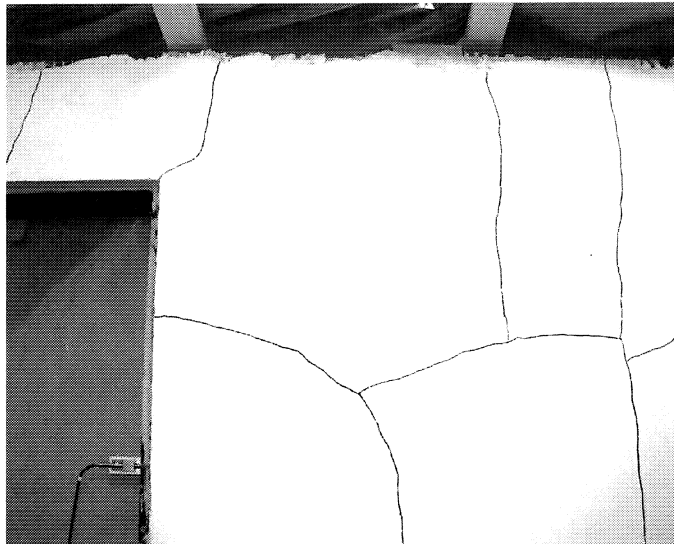
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

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

SPRICKBILDNING I PUTS PÅ ISOLERING **Försök på provväggar**

Kenneth Sandin



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
LUNDS UNIVERSITET

Avd Byggnadsmaterial

SPRICKBILDNING I PUTS PÅ ISOLERING

Försök på provväggar

Kenneth Sandin

ISRN: LUTVDG/TVBM--04/3116--SE (1-29)

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 redovisas i separata rapporter.

Tidigare publicerade rapporter är *Hassanzadeh 2001*, *Sandin 2002* och *Sandin 2003*. Samtidigt med denna rapport publiceras även *Hassanzadeh 2004*.

Föreliggande rapport avser studier av sprickbildning i ett antal olika system under laboratoriemässiga förhållanden i provväggar med måtten 5.4 x 2.4 m.

Projektet har genomförts i samarbete med INTEROC FASAD AB och FASAD EX AB i Malmö. Projektet finansieras av Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF) och OPTIROC.

Lund i april 2004

Kenneth Sandin

INNEHÅLL

FÖRORD	1
INNEHÅLL	3
SAMMANFATTNING	5
1 INLEDNING	7
2 PROVVÄGGARNAS UPPBYGGNAD	9
3 PROVNINGAR	11
3.1 Val av putssystem	11
3.2 Praktiskt system med stålnät och KC-bruk	11
3.2.1 Syfte	11
3.2.2 Putssystem	11
3.2.3 Genomförande	12
3.2.4 Resultat.....	12
3.2.5 Kommentarer.....	12
3.3 Modifierat praktiskt system med stålnät och KC-bruk	17
3.3.1 Syfte	17
3.3.2 Putssystem	17
3.3.3 Genomförande	17
3.3.4 Resultat.....	17
3.3.5 Kommentarer.....	18
3.4 Experimentellt system med stålnät och glasfibernät med KC-puts	19
3.4.1 Syfte	19
3.4.2 Putssystem	19
3.4.3 Genomförande	19
3.4.4 Resultat.....	19
3.4.5 Kommentarer.....	19
3.5 Experimentellt system med enbart glasfibernät och KC-bruk	20
3.5.1 Syfte	20
3.5.2 Putssystem	20
3.5.3 Genomförande	20
3.5.4 Resultat.....	20
3.5.5 Kommentarer.....	20
3.6 Experimentellt system med enbart stålnät och KC-bruk	21
3.6.1 Syfte	21
3.6.2 Putssystem	21
3.6.3 Genomförande	21
3.6.4 Resultat.....	21
3.6.5 Kommentarer.....	21
3.7 Reparation av sprickor i ett praktiskt system	22
3.7.1 Syfte	22
3.7.2 Reparationsmetoder.....	22
3.7.3 Genomförande	22
3.7.4 Resultat.....	22
3.7.5 Kommentarer.....	22
4 DISKUSSION OCH SLUTSATSER	25
5 FÖRSLAG TILL FORTSATTA PROVNINGAR	27
LITTERATUR	29

SAMMANFATTNING

I föreliggande rapport redovisas resultaten från provningar av ett antal putsystem applicerade på mineralull. Provningarna har gjorts på provväggar cirka 5.5 x 2.5 m². Både i praktiken förekommande system med stålnätsarmering och experimentella system har provats.

Efter putsning och viss tids härdning har putsen utsatts för upprepade uppfuktningar/uttorkningar. Eventuell sprickbildning har studerats genom daglig besiktning.

De i praktiken förekommande systemen uppvisade vid laboratorieprovningarna mer eller mindre sprickbildning medan de experimentella systemen i stort sett var sprickfria.

Orsaken till sprickbildningen i de praktiskt förekommande systemen är en kombination av stor krympning i bruket och att stålnätets armerande (sprickfördelande) funktion inte utnyttjas fullt ut. Nätet var från början monterat direkt mot isoleringen, vilket medförde omfattande sprickbildning. Genom att lyfta ut nätets en bit i putsen samtidigt som ett bruk med grövre ballast användes minskade sprickbildningen något.

I ett av de experimentella systemen placerades stålnätet ”mitt i” putsen. I ett annat system användes både stålnät och glasfibernät. I ett tredje system användes enbart glasfibernät placerad nära ytan som armering. Alla dessa system förblev i stort sett sprickfria. Endast mindre sprickor vid en fönsteröppning kunde konstateras.

Resultaten stämmer väl överens med de teoretiska analyserna och andra provningar enligt *Hassanzadeh 2004*.

Det skall betonas att resultaten från laboratorieprovningarna inte direkt kan över sättas till praktiska förhållanden. Den främsta orsaken till detta är skillnader i klimat under härdningen. Resultaten har dock givit ny värdefull praktisk kunskap som direkt kan utnyttjas för att minska risken för sprickbildning i praktiken.

1 INLEDNING

Föreliggande rapport är en slutredovisning av ett antal ”halvskaleförsök” i laboratorium med puts på isolering. I en tidigare rapport, *Sandin 2003*, redovisas i detalj uppbyggnaden av provväggar och försökens principiella genomförande.

I föreliggande rapport ges inga teoretiska beskrivningar av mekanismer och dylikt. Sådant detaljredovisas i *Hassanzadeh 2001* och *Hassanzadeh 2004*.

Föreliggande rapport ska närmast ses som en komplett resultatredovisning och konstaterande av vissa förhållanden. När det gäller beskrivning av orsakssamband och mekanismer hänvisas till *Hassanzadeh 2004*.

2 PROVVÄGGARNAS UPPBYGGNAD

Provväggarna är i princip traditionella träregelväggar med gips på båda sidorna och mineralull mellan reglarna. På den ena sidan monteras sedan 50 mm mineralull och olika putssystem.

Väggarna är cirka 5.4 x 2.5 m. Totalt finns 6 väggar, varav hälften har en fönsteröppning. Putssystemen monteras så att det finns både fria kanter (dilatationsfogar) och fast inspända kanter. När båda kanterna är fast inspända motsvarar detta fallet att dilatationsfogar saknas. När en kant är fast inspänd och en kant är helt fri motsvarar detta att det finns dilatationsfogar med avståndet 11 m mellan fogarna.

Efter det att putsen applicerats får putsen härda ett antal dygn. Här efter utsätts väggen för uttorkning och uppfuktning ett antal gånger. Under försöken besiktigas ytorna visuellt med avseende på sprickbildning. I början sker besiktning varje dag. Efterhand blir det längre tidsintervall mellan besiktningarna. I samband med uppfuktningarna sker dock besiktning alltid dagligen.

För detaljbeskrivningar hänvisas till *Sandin 2003* och resultatredovisningen senare. När det anges att uppvärmning av luften skedde var temperaturen cirka 25°C. När det anges att avfuktning pågick var den relativa luftfuktigheten cirka 30-40 %.

3 PROVNINGAR

3.1 Val av putssystem

Putssystemet som provades enligt *Sandin 2003* valdes medvetet så att stor risk för sprickbildning skulle föreligga.

De nu genomförda provningarna har gjorts med i praktiken förekommande system och med experimentella system valda så att sprickrisken skulle bli liten. Det praktiska systemet har efterhand modifierats för att minska sprickrisken.

Syftet med de experimentella systemen var att undersöka inverkan av olika faktorer enligt de teoretiska analyserna. Det fanns sålunda inga krav på att systemen skulle vara praktiskt användbara.

Slutligen studerades även olika metoder att reparera sprickor i det praktiska systemet. Den enklaste reparationsmetoden var att endast måla över sprickorna. Den mest avancerade metoden innebar att ett nytt putsskikt med armering av glasfiber-nät i ytan applicerades på den spruckna putsen.

I flera fall har liknande putssystem provats parallellt. Endast någon enstaka faktor har varierats. Syftet med detta var att göra en renodlad studie av inverkan av dessa specifika faktorer. Som exempel på sådana faktorer kan nämnas brukssammansättning, med respektive utan fibrer i bruket samt stålnätets placering.

I de fall då enstaka faktorer varierades redovisas resultaten i det följande under samma rubrik för att inverkan av den aktuella faktorn klart ska framgå.

För detaljbeskrivning av klimatbetingelser, uppfuktning, uttorkning samt fasthållning i kanter och vid fönsteröppning hänvisas till *Sandin 2003*. Eventuella avvikelser redovisas i samband med resultatredovisningen för respektive variant.

3.2 Praktiskt system med stålnät och KC-bruk

3.2.1 Syfte

Syftet med denna provning var främst att få en uppfattning om hur stor skillnad det var mellan resultaten enligt *Sandin 2003* och ett vanligt system som används i praktiken. Den praktiska erfarenheten från detta system är mångårig. I enstaka fall har omfattande sprickbildning förekommit.

I ett parallellprov testades även inverkan av fibertillsats i bruket.

3.2.2 Putssystem

Putssystemet består av

- Stålnät (maskvidd 20 mm, tråddiameter 1 mm) monterat direkt mot isoleringen
- 10 mm grundning med kommersiellt KC-bruk (motsvarande B-bruk) avsett för aktuellt system
- 10 mm utstockning med kommersiellt KC-bruk (motsvarande C-bruk) avsett för aktuellt system
- Kalkning

Mellan grundning och utstockning fick grundningen härda 2-3 dygn. Allt arbete utfördes av personal från leverantören av putsystemet.

I en provvägguppsättning (med och utan fönster) användes bruk med fiberinblandning, vilket numera är standard i aktuellt system. I en annan uppsättning användes motsvarande bruk utan fiberinblandning, vilket var standard tidigare.

3.2.3 Genomförande

Båda vägguppsättningarna genomgick följande behandlingar

14/5	Grundning
16-17/5	Utstockning
17-18/5	Kalkning
21/5	Intäckning med plast
28/5	Avfuktningssaggregat startas
5/6	Värme startar
12/6	Vattning
28/6	Vattning

3.2.4 Resultat

Båda varianterna började uppvisa sprickbildning 13/6, det vill säga dagen efter den första vattningen.

Sprickbildningen 17/6, 5 dagar efter den första vattningen, redovisas i FIGUR 3.1-2. Efter den andra vattningen 28/6 utbildades enstaka nya sprickor samtidigt som vissa av de befintliga sprickorna förlängdes något. Skillnaden mellan sprickbildningen efter första och andra vattningen är marginell.

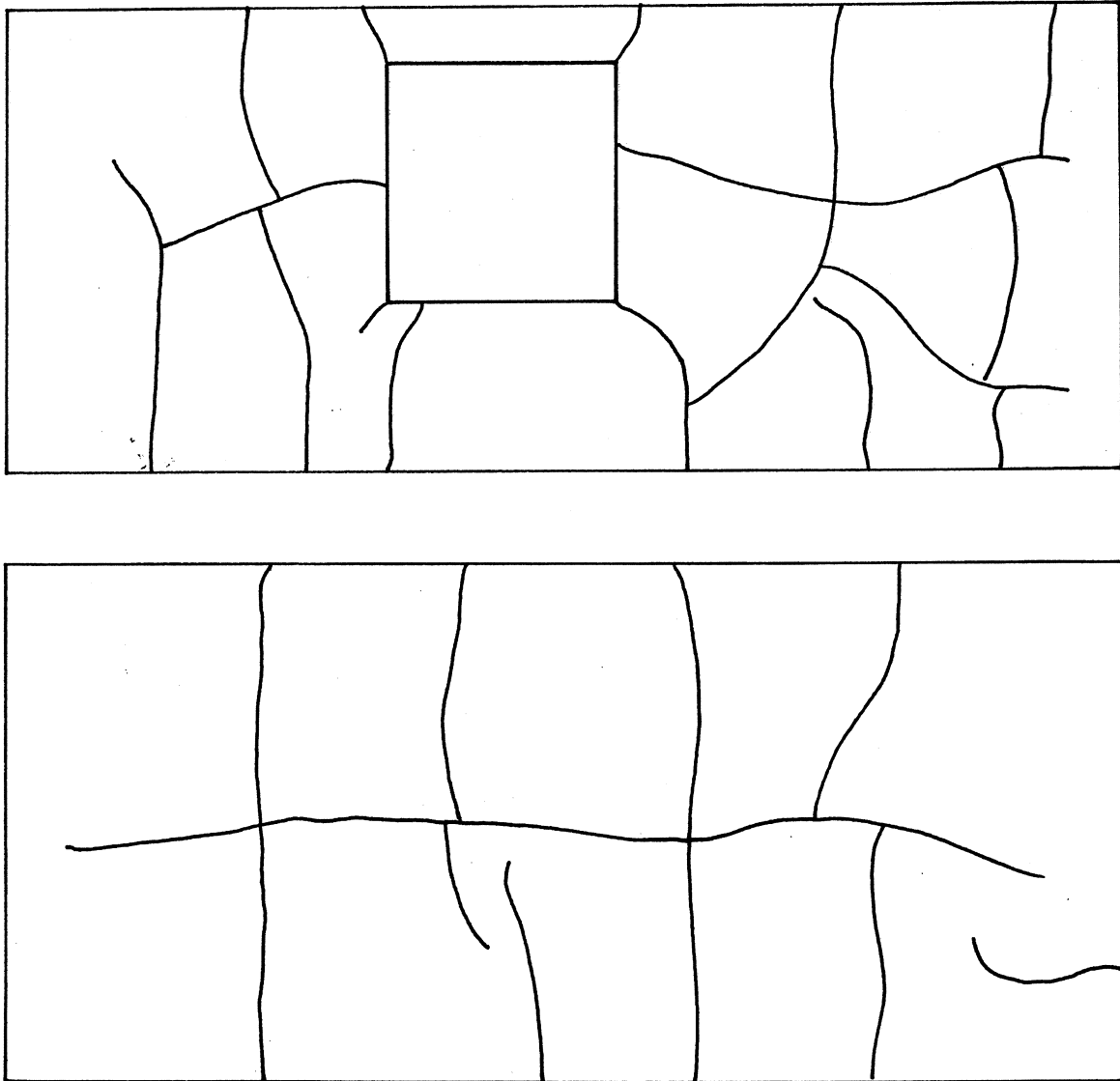
3.2.5 Kommentarer

Sprickbildningen är i båda fallen (både med och utan fiberinblandning) mycket omfattande. Fiberinblandningen har reducerat sprickbildningen till en viss grad. Den främsta effekten av fiberinblandningen var dock att sprickbredden blev mindre.

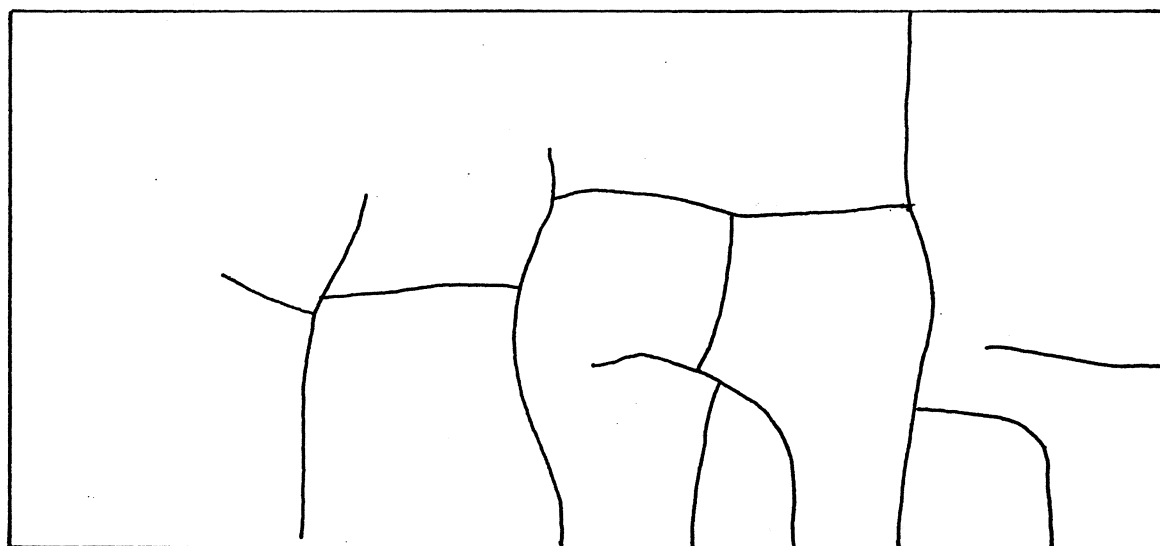
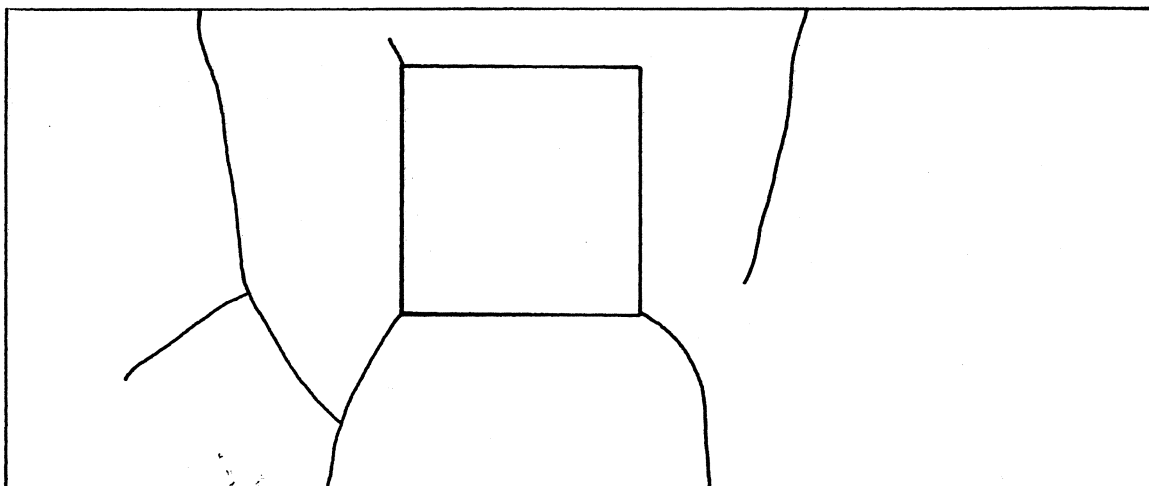
Jämfört med den första provningen enligt *Sandin 2003* är sprickbildningen något mindre. Skillnaden är dock relativt liten i fallet med bruk utan fiberinblandning.

Ett intressant faktum är att ingen sprickbildning skedde i samband med initialut-torkningen. I stort sett all sprickbildning skedde i samband med uttorkningen efter den första vattningen. Någon entydig förklaring till detta går för närvarande inte att ge. I det följande pekas på olika faktorer som kan bidra till sprickbildning i olika skeden av putsens härdning.

Ett flertal olika mekanismer medför att spänningar uppstår i putsen. Som exempel kan nämnas



FIGUR 3.1. Sprickbildning i puts utan fiberinblandning.



FIGUR 3.2. Sprickbildning i puts med fiberinblandning.

1. *Brukets krympning förhindras av stålätarmeringen. Om armeringen ligger mitt i putsen uppstår dragspänningar både på in- och utsidan. Denna krympning medför ett stort antal små mikrosprickor som är osynliga för ögat. Denna mekanism gäller alltid.*
2. *Om armeringen är excentrisk, vilket gäller i aktuellt system, förhindras krympningen där armeringen finns. Detta medför en krökning av putsen och ytterligare dragspänningar uppstår i ytorna.*
3. *Kramlorna vill förhindra krökningen enligt punkt 2 varvid ytterligare dragspänningar uppstår. Störst dragspänning under uttorkningen uppstår på utsidan mitt emellan kramlorna.*
4. *Fuktgradienter i putsen vill kröka putsen, vilket medför spänningar. Armeringen håller emot denna krökning, varvid ytterligare spänningar uppstår. Dessa kan vara både tryck- och dragspänningar.*
5. *Kramlorna kommer att förhindra krökningen på grund av fuktgradienten, vilket medför ytterligare spänningar.*

Alla ovanstående mekanismer kan samverka och verka samtidigt. Om den sammanlagda spänningen överstiger brottspänningen uppstår sprickor. Sprickutseendet beror delvis på putsens härdningsgrad. Ovanstående mekanismer och deras konsekvenser behandlas utförligt i *Hassanzadeh 2003*. I det följande diskuteras problemet endast översiktligt.

Varför sker inte alltid sprickbildning i samband med initialuttorkningen?

Fuktgradienterna i detta skede är relativt små, vilket medför att mekanismerna 1-3 torde vara dominerande. Man kan sålunda bortse från mekanismerna 4-5.

Under initialuttorkningen är putsens hållfasthet och vidhäftning till armeringen låg. Putsen är också plastisk till viss utsträckning. Det senare medför plastisk deformation som inte ger några sprickor eller spänningar. Den låga vidhäftningen mellan puts och armering medför att det kan uppstå glidning mellan puts och armering, vilket i sin tur medför att armeringen inte förhindrar krympningen. Sammantaget innebär detta att de spänningar som byggs upp blir små och risken för synlig sprickbildning blir då liten.

Varför sker omfattande sprickbildning i samband med den första vattningen?

I detta skede har den största delen av initialkrympningen skett. Putsen har hög hållfasthet och vidhäftning till armeringen och därmed dominerar punkterna 4-5. Fuktgradienter under uppfuktning och uttorkning medför att spänningar byggs upp fullt ut. Ingen väsentlig plastisk deformation sker. Spänningarna kan bli stora och sammantaget medföra enstaka större sprickor.

Hur inverkar fiberinblandning på sprickbilden?

Fibrerna har ingen funktion så länge det inte finns några sprickor. Fibrerna träder i funktion först när putsen spricker. Fibrernas huvudsakliga uppgift är att fördela sprickorna så att det uppstår många små sprickor i stället för enstaka större sprickor. Ökad andel fibrer medför bättre sprickfördelning och mindre sprickvidder.

Oklarheter och spekulationer

I praktiken samverkar ovanstående och andra mekanismer. Som exempel på andra mekanismer kan nämnas ökande krympning vid uttorkningen efter den första vattningen. För att komma sanningen närmare krävs ytterligare undersökningar enligt kapitel 5.

En intressant fråga i sammanhanget är vad som händer om man håller putsen fuktig under en längre tid efter putsningen. Härigenom kommer putsen att ha erhållit högre hållfasthet och bättre vidhäftning till armeringen när initialkrympningen sker. Detta innebär att alla mekanismerna enligt ovan samverkar och eventuellt medför ännu kraftigare sprickbildning! Det kanske är bättre att torka ut putsen så snabbt som möjligt för att härigenom fördela sprickorna så att enbart små mikrosprickor uppstår!?. Detta strider mot alla praktiska råd, men kan vara värt att testa. Eftervattningen görs främst för att få bättre hållfasthet i putsen. Behövs denna höga hållfasthet eller kan man från början välja att starkare bruk?

Kan sprickbildningen elimineras genom andra åtgärder, t ex annan armering, annorlunda placering av armeringen eller modifierade bruk?

Vissa av ovanstående frågor behandlas i följande avsnitt medan andra lämnas obesvarade. Förhoppningsvis kommer dessa frågor att studeras i kommande projekt.

3.3 Modifierat praktiskt system med stål nät och KC-bruk

3.3.1 Syfte

Syftet med denna provning var att studera om sprickbildningen kunde minskas genom att flytta ut stål nätet från att ha varit placerat mot isoleringen till att ligga en bit ut i putsen. För att även studera om sprickbildningen kunde minskas genom att modifiera bruket gjordes ett parallellprov med ett bruk innehållande grövre ballast. Båda bruken är i övrigt identiska med fiberbruken enligt avsnitt 3.2.

3.3.2 Putssystem

Putssystemet på väggen med fönsteröppning består av

- Stål nät (maskvidd 20 mm, tråddiameter 1 mm) monterat på distansbrickor så att nätet hamnar ”några mm” ut i putsen
- 10 mm grundning med kommersiellt KC-bruk (motsvarande B-bruk) med fiberinblandning avsett för aktuellt system
- 10 mm utstockning med kommersiellt KC-bruk (motsvarande C-bruk) med fiberinblandning avsett för aktuellt system
- Halva väggen slätkskurad och den andra halvan ”våfflad”
- Kalkning

Väggen utan fönsteröppning har i princip samma uppbyggnad men putsbruken modifierades genom att välja grövre ballast.

Mellan grundning och utstockning fick grundningen härda 15 dygn utan eftervattning. Innan kalkningen vattnades ytorna försiktigt under 3 dygn.

Allt arbete utfördes av personal från leverantören av putssystemet.

3.3.3 Genomförande

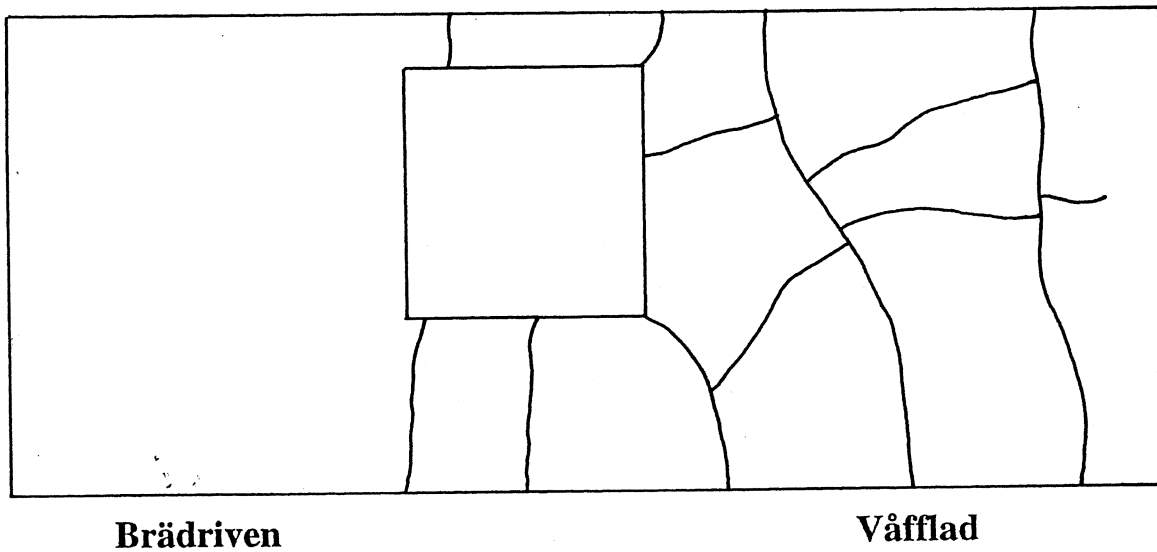
Väggarna genomgick följande behandling

5/11	2002	Grundning
20/11		Utstockning och ytbearbetning
22-24/11		Försiktig eftervattning
26/11		Kalkning
10/12		Kraftig vattning och intäckning med plast
11/12		Avfuktningssystem startas
20/12		Vattning
7/1	2003	Vattning
28/1		Vattning

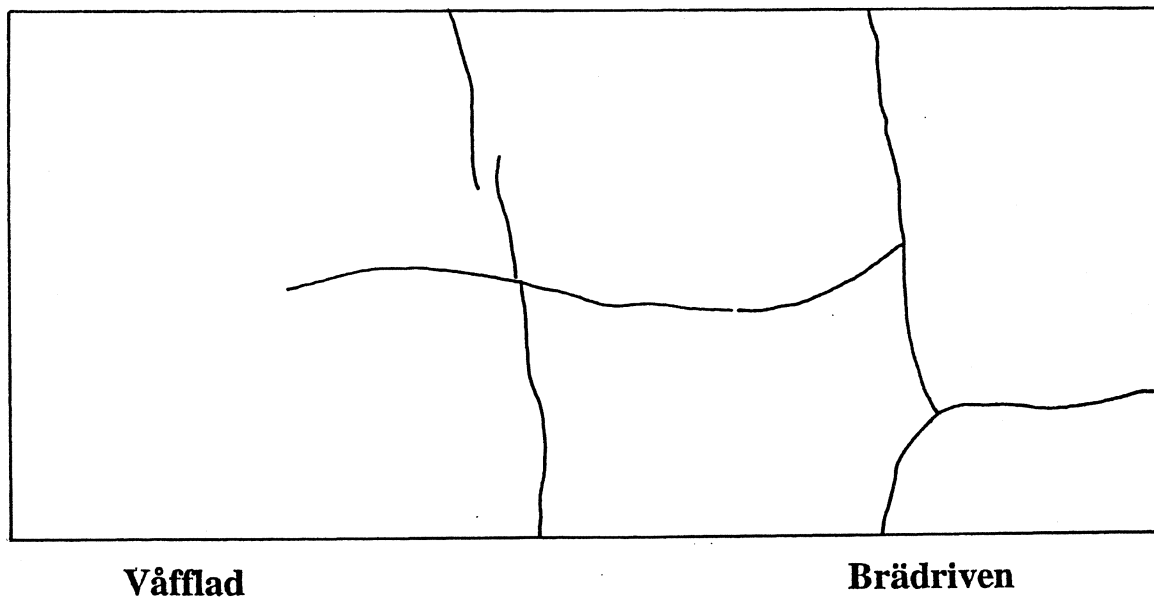
3.3.4 Resultat

Båda väggarna började spricka cirka en vecka efter den första vattningen. Sprickmönstret var i stort sett detsamma som för bruket med fiberinblandning enligt avsnitt 3.2. Det tog dock längre tid innan sprickorna utbildades samtidigt som sprickbredden var mindre. Vissa sprickor är synliga endast under uttorkningen efter vattning. När putsen torkat helt syns dessa sprickor inte.

Sprickbildningen 13/3, det vill säga efter 3 uppfuktning/uttorkningscykler, redovisas i FIGUR 3.3-4.



FIGUR 3.3. Sprickbildning i vägg med "ordinarie" bruk.



FIGUR 3.4. Sprickbildning i vägg med "modifierat" bruk.

3.3.5 Kommentarer

Väggen med ordinarie bruk uppvisar i stort sett samma mönster som vid provningen enligt avsnitt 3.2 med armeringen placerad mot isoleringen. Det ska påpekas att armeringen fortfarande ligger i underkant av putsen, på många ställen sannolikt mot isoleringen. Distanbrickorna verkar således inte haft avsedd funktion.

I väggen med modifierat bruk är sprickförekomsten väsentligt mindre. Den grövre ballasten förefaller sålunda haft en positiv inverkan, även om sprickor fortfarande förekommer. Inverkan av ytbearbetningen är motsägelsefull.

3.4 Experimentellt system med stål nät och glasfibernet med KC-puts

3.4.1 Syfte

Utgångspunkten för denna provning var provningen enligt *Sandin 2003*. Syftet var att se om vi kunde få en sprickfri fasad genom att vidta vissa åtgärder som bedömdes kunna ha stor inverkan. En åtgärd var att applicera putsen i två skikt och låta det första skiktet krympa och spricka ”färdigt” innan nästa skikt applicerades. En annan åtgärd var att försöka eliminera sprickbildningen genom att applicera ett glasfibernet nära ytan.

3.4.2 Putssystem

Putssystemet är i princip detsamma som i *Sandin 2003* bortsett från att ett glasfibernet med maskvidden 6 mm arbetats in i ytan. Bruket är samma krympningsbenägna bruk. En annan skillnad är att putsen applicerades i två skikt.

Putssystemet består av

- Stål nät (maskvidd 20 mm, tråddiameter 1 mm) monterat direkt mot isoleringen
- 4 mm grundning med finputsbruk
- 6 mm utstockning med finputsbruk med glasfibernet
- Kalkning

Mellan grundning och utstockning fick grundningen härda cirka 3 veckor med uppfuktning/uttorkning under tiden. Samma system applicerades på väggar med respektive utan fönster.

3.4.3 Genomförande

Båda väggarna genomgick följande behandlingar

11/3	2002	Grundning och plastintäckning
13/3		Lätt uppfuktning
18/3		Avfuktningssaggregat startas
22/3		Fullständig uppfuktning
2/4		Avfuktningssaggregat avstängt
4/4		Utstockning med glasfibernet i ytan
5/4		Kalkning
16/4		Vattning och start avfuktning
19/5		Vattning
12/6		Vattning
28/6		Vattning

3.4.4 Resultat

I väggen med fönster uppstod en liten (någon dm) spricka i ett hörn vid fönsteröppningen dagen efter uppfuktningen 16/4. Därefter uppstod inga nya sprickor.

3.4.5 Kommentarer

Utfallet var helt enligt de teoretiska och praktiska övervägandena som gjordes vid denna tidpunkt. Den lilla sprickan vid fönstret har en helt annan karaktär än den spricktyp som studeras i aktuellt projekt. Det är uppenbart att sprickbildningen

kan elimineras genom att vidta lämpliga åtgärder. De vidtagna åtgärderna är bara två exempel. Andra åtgärder studeras i andra provomgångar.

3.5 Experimentellt system med enbart glasfibernet och KC-bruk

3.5.1 Syfte

Syftet med denna provning var att studera ett relativt ”enkelt” system med enbart glasfibernet i ytan. Den grundläggande tanken var att det bör räcka med en armering nära ytterytan. Vidare skulle ”traditionella” KC-bruk utan fiberinblandning användas.

3.5.2 Putssystem

Putssystemet applicerades på en vägg med fönsteröppning och består av

- 4 mm grundning med KC-bruk av kvalitet B-bruk
- Montering av skruvar för infästning av glasfibernet
- 10 mm utstockning med KC-bruk av kvalitet C-bruk med glasfibernet någon mm under ytan
- Kalkning

Skruvarna skruvades genom grundning och isolering in till reglarna. Tanken med dessa skruvar var att man i praktiken sannolikt är tvungen att ha någon förankring av putsen och att dessa skruvar skulle kunna ge upphov till sprickbildning. Glasfibernet trycktes in i den färska utstockningen så att det hamnade bakom skruvhuvudena.

Mellan grundning och utstockning fick grundningen genomgå uppfuktning/uttorkning och relativt lång tids härdning.

3.5.3 Genomförande

Väggen genomgick följande behandling

17/10	2002	Grundning
18/10		Vattning
25/11		Utstockning med glasfibernet
27/11		Kalkning
10/12		Vattning och intäckning med plast
11/12		Start avfuktning och uppvärmning
20/12		Vattning
7/1	2003	Vattning

3.5.4 Resultat

Vid avslutande av provningen 15/1 fanns två små sprickor (någon dm) i de nedre hörnen vid fönsteröppningen. I övrigt var putsen sprickfri.

3.5.5 Kommentarer

Utfallet var helt enligt de teoretiska övervägandena som gjordes. De små sprickorna vid fönstret har en helt annan karaktär än den spricktyp som studeras i aktuellt projekt.

3.6 Experimentellt system med enbart stålnät och KC-bruk

3.6.1 Syfte

Enligt de teoretiska analyserna bör armeringen ligga så långt ut i putsen som möjligt. Aktuell provning avsåg att verifiera detta. Det är inte fråga om att utveckla något ”praktiskt” system utan enbart en variabelstudie.

3.6.2 Putssystem

Putssystemet applicerades på en vägg utan fönsteröppning och består av

- 4 mm grundning med KC-bruk av kvalitet B-bruk utan fibrer
- Stålnät 10 mm utanför grundningen
- 15 mm utstockning med KC-bruk av kvalitet C-bruk utan fibrer
- Kalkning

Praktiskt var det svårt att fixera nätet på önskat avstånd från grundningen. Olika typer av distanser provades utan att lyckas helt. Avståndet mellan grundningen och nätet varierade i intervallet 4 – 14 mm. Stålnätet ligger sålunda i huvudsak i den yttre halvan av putsen.

Mellan grundning och utstockning fick grundningen genomgå uppfuktning/uttorkning och relativt lång tids härdning.

3.6.3 Genomförande

Väggen genomgick följande behandling

18/10 2002	Grundning
19/10	Vattning
22/11	Stålnät färdigmonterat
26/11	Utstockning
27/11	Kalkning
10/12	Vattning och intäckning med plast
11/12	Start avfuktning och uppvärmning
20/12	Vattning
7/1 2003	Vattning

3.6.4 Resultat

Vid avslutande av provningen 15/1 fanns inga sprickor.

3.6.5 Kommentarer

Utfallet var helt enligt de teoretiska överväganden som låg bakom putsuppbyggnaden.

3.7 Reparation av sprickor i ett praktiskt system

3.7.1 Syfte

För att få en viss uppfattning om hur aktuella sprickor kan repareras testades 4 olika metoder på väggen med bruk utan fibrer enligt avsnitt 3.2. Metoderna valdes från en enkel målning till ett nytt puts-skikt med glasfibernet utanpå den spruckna putsen. Provingen har främst karaktären att försöka utesluta vissa metoder. Innan reparationsåtgärder kan föreslås måste ytterligare provningar genomföras.

3.7.2 Reparationsmetoder

De fyra reparationsmetoderna är

- Kalkning utan ytterligare åtgärder.
- Urkrafning av sprickor i V-form till 5 mm djup och fyllning med samma utstockningsbruk som använts till putsningen. Kalkning.
- Bortknackning av all puts in till nätet på en bredd cirka 3 cm. Grundning med KC-bruk av kvalitet B utan fiberinblandning. Utstockning med KC-bruk av kvalitet C utan fiberinblandning. Kalkning.
- Borstning och tvättning med svamp följt av 6 mm finputsbruk och inarbetning av glasfibernet i ytan. Kalkning.

3.7.3 Genomförande

Alla väggtyper genomgick följande behandling

5-6/11 2002	Reparation av sprickor enligt 3.7.2
6-8/11	Kalkning
10/12	Vattning och plastintäckning
11/12	Start avfuktning och värmning
20/12	Vattning
7/1 2003	Vattning
28/1	Vattning

3.7.4 Resultat

Sprickbilden 13/3 redovisas i FIGUR 3.5. Sprickbilden innan reparation visas med de streckade linjerna. De heldragna linjerna avser "nygamla" sprickor.

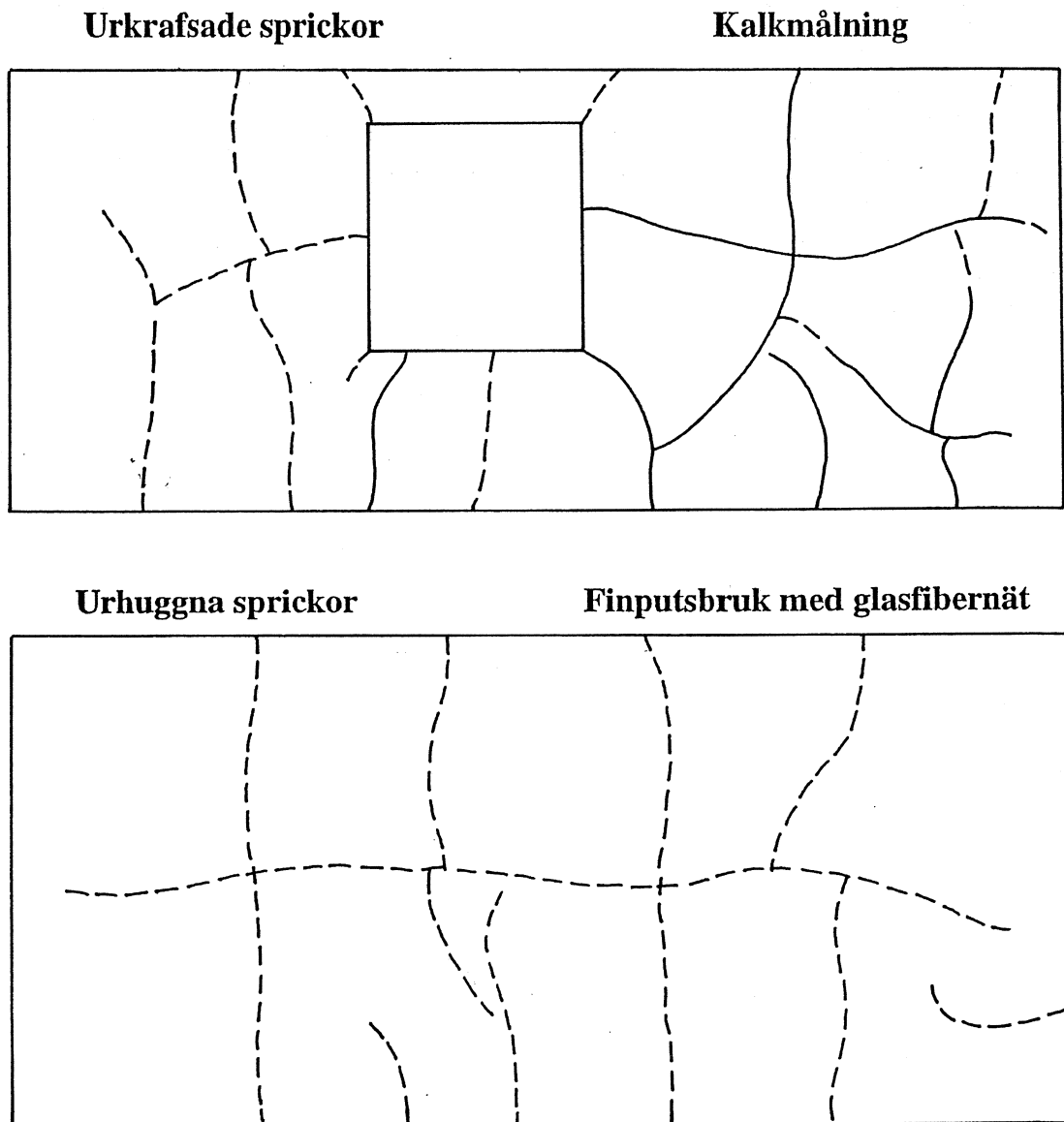
3.7.5 Kommentarer

Enbart kalkmålning har ingen effekt. I fallet med urkrafade sprickor har en spricka återkommit, varför metoden inte kan anbefallas.

Urhuggna sprickor med åtföljande 2-skiktsbehandling uppvisar ingen ny sprickbildning. Att den fungerar beror sannolikt på att fuktrörelserna i den härdade putsen är relativt små. Om den fungerar i praktiken går inte att säga om.

Metoden med finputsbruk och glasfibernet uppvisar inga sprickor. Denna metod torde ha stora möjligheter att fungera i praktiken.

De två senare metoderna bör studeras ytterligare. De två första metoderna finns ingen anledning att studera ytterligare.



FIGUR 3.5. Sprickor i de reparerade putssystemen.

4 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Vid bedömningen av erhållna resultat måste man ha i minnet att provningsmetoden inte efterliknar praktiska förhållanden. Putssystemen utsätts enbart för uppfuktning/uttorkning. I praktiken tillkommer en mängd andra belastningar i form av frost, extrem värmebelastning vid solsken, vindkrafter etc. Detta innebär att det inte finns några garantier för att ett system som fungerat vid aktuell provning ska fungera i praktiken.

Det praktiska "originalsystemet" uppvisade omfattande sprickbildning. Detta gäller både med och utan fiberinblandning i bruket.

De av leverantören till det praktiska putssystemet vidtagna modifieringarna har till viss del minskat sprickbildningen. Att enbart flytta ut stålnätet några mm hade dock ingen större effekt. För att få någon större effekt måste nätet flyttas ut väsentligt längre. Genom att även ha en grövre ballast erhöles en bättre effekt. Fortfarande uppstod dock sprickbildning.

Provningarna har visat att det är meningslöst att försöka "reparera" sprickorna genom att enbart måla över putsen. Även en mindre urkrafning och lagning samt målning förefaller tveksam. Att applicera en ny puts med glasfibernet utanpå befintlig sprucken puts torde vara det säkraste alternativet, samtidigt som det blir det bästa ur estetisk synvinkel.

Resultaten från de experimentella systemen visar att det går att utveckla systemen så att sprickrisken minskar väsentligt. Genom att utnyttja erhållna resultat och anpassa systemen så att de blir praktiskt användbara kan säkerligen mycket säkra system tas fram. Huvudinriktningen bör härvid vara att

- minska brukets krympning
- placera armeringen längre ut i putsen

Av praktiska skäl kan man även överväga att helt byta ut stålnätsarmeringen mot ett glasfibernet som placeras nära ytterytan.

Överensstämmelsen mellan erhållna resultat och de teoretiska analyserna och provningarna enligt *Hassanzadeh 2004* är mycket god. Dessa teoretiska analyser visar att om nätet placeras mot isoleringen är risken för sprickbildning mycket stor. Denna placering kan till och med innebära en ökande risk för sprickbildning jämfört med fallet utan armering.

Ett annat intressant resultat som också stämmer med de teoretiska beräkningarna är att sprickbildning även sker nära dilatationsfogar. Fasthållningen på grund av armering och isolering är uppenbarligen så stor att dilatationsfogarna inte har någon avgörande betydelse. Behovet av dilatationsfogar kan sålunda ifrågasättas.

Även det faktum att sprickbildningen inte sker i samband med initialuttorkningen utan i samband med uttorkningen efter den första vattningen stämmer med de teoretiska resonemangen i *Hassanzadeh 2004*.

Att sprickbildningen sker vid första uttorkningen innebär även att om en puts inte spricker i ett tidigt skede är risken för sprickbildning senare relativt liten.

5 FÖRSLAG TILL FORTSATTA PROVNINGAR

Genomförda teoretiska analyser enligt *Hassanzadeh 2004* och föreliggande undersökningar på provväggar har givit en god bild av hur systemen fungerar kvalitativt. Ytterligare sådana studier är för närvarande inte speciellt angelägna. Möjligen borde man göra någon provning med tjockare isolering.

Det som nu saknas är mer detaljerade studier av vissa specifika faktorer. Genom sådana undersökningar blir det möjligt att även kvantifiera inverkan av olika faktorer. Dessa undersökningar görs lämpligen genom laboratorieprovningar i mätutrustningen som beskrivs i *Hassanzadeh 2004*. Med utgångspunkt från dessa provningar kan man sedan fortsätta med modifierade system på provväggarna enligt föreliggande rapport.

De faktorer som för närvarande bedöms vara mest angelägna att studera i utrustningen enligt *Hassanzadeh 2004* är

Armeringens läge och typ

I hittills genomförda försök har enbart stålnät placerat i "botten" av putsen studerats. Nya försök med annorlunda placering, t ex i mitten och nära ytan, bör genomföras. Vidare bör glasfibernät testas, både ensamt och i kombination med stålnät.

Brukstyp och putsuppbyggnad

Flera typer av bruk bör testas. Detta gäller både med avseende på bindemedelssammansättning och ballastgradering. Vidare bör olika antal skikt och olika tjocklek på skikten testas.

Fiberinblandning

Jämförande studier av bruk med respektive utan fibrer. Vidare bör fibertypen och mängden fibrer varieras.

Infästningarna

Infästningarnas styvhet kan ha stor betydelse och bör analyseras i detalj.

Förutom ovanstående detaljstudier är det intressant att studera effekten av andra påfrestningar än enbart uppfuktning/uttorkning. Som exempel kan nämnas plötsliga temperaturändringar i samband med solsken och inverkan av frostpåfrestning.

Parallellt med ovanstående bör även riktiga fullskaleförsök under naturliga betingelser genomföras.

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.

Hassanzadeh, M, 2004, *Sprickbildning i puts på isolering – Undersökning av grundläggande mekanismer*. Lunds Tekniska Högskola. Avdelning Byggnadsmaterial. Rapport TVBM-3117. Lund.



**LUNDS TEKNISKA
HÖGSKOLA**
Lunds universitet