

# Sprickbildning i puts på isolering



*Sprucken puts.*

Sprickbildning i puts på isolering har inträffat i ökande omfattning på senare tid. 1997 togs problemställningen upp vid Byggnadsmaterial, Lunds Tekniska Högskola. Genom brottmekaniska beräkningar, renodlade laborieförsök samt studier på provväggar och analys av skadefall i praktiken har olika inverkanse faktorer klarlagts. I denna artikel sammanfattas hittills framkomna resultat och hypoteser. Det ska dock betonas att det inte är fråga om något slutligt ställningstagande för hela systemen. Ett antal olika faktorer har betydelse. Att rangordna dem definitivt är ännu inte möjligt.

Projektet genomförs i samarbete med Interoc Fasad AB och Fasadex AB i Malmö. Projektet finansieras av Svenska Byggnadsbranschens Utvecklingsfond (SBUF) och Optiroc.

Puts/isolersystemet består av en 10–20 mm tjock mineralisk puts på mineralull med tjockleken 50–100 mm. Först monterar isoleringen på den befintliga väggen. Utanpå isoleringen monterar normalt ett stål nät med tråddiameter cirka 1 mm och

Artikelförfattare är **Kenneth Sandin**,  
Byggnadsmaterial, Lunds Tekniska  
Högskola, Lund.

## Teoretiska beräkningar

Sprickbildning i puts på isolering sker normalt kort tid efter putsningen i samband med den första uttorkningen. Mycket tyder på att det är den första initialkrympningen som har störst betydelse för sprickbildningen.

Hassanzadeh, 2001, redovisar den teoretiska bakgrunden till sprickbildningen. I denna rapport visas bland annat hur några olika faktorer inverkar. Vidare redovisas några mindre modellförsök, vilka visade god överensstämmelse med de teoretiska beräkningarna.

Senare beräkningar har visat att armeringens placering har stor betydelse för sprickbildningsrisken. Armeringen är nor-



*Sprickor i putsad fasad.*

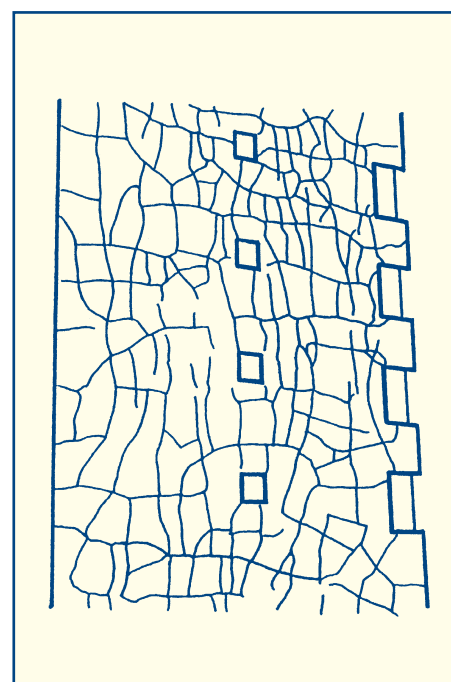
maskvidd cirka 20 mm. På detta nät appliceras sedan 1–2 skikt puts, kalkcement eller cementbruk. Hela systemet förankras i den befintliga väggen med olika typer av kramlor.

## Sprickbildning

I de fall då sprickbildning inträffar sker detta normalt i samband med den första uttorkningen efter putsningen eller i samband med uttorkningen efter de första regnbelastningarna. Vid putsning på våren kan sprickorna uppträda redan efter någon eller några veckor. Vid putsning på hösten kanske sprickorna inte visar sig förrän i samband med uttorkningen på våren.

Sprickbildningen sker ofta i ett masknät med en maskvidd 0,5–1 meter. Även andra typer av sprickor förekommer, främst i anslutning till tvärsnittsändringar vid fönsterband och liknande. Ett typiskt sprickmönster illustreras i figur 1.

Skjer ingen sprickbildning i samband med de första uttorkningarna uppträder normalt inga sprickor senare heller.



*Figur 1: Typiskt sprickmönster. Maskvidden är 1–2 meter.*

malt placerad långt in i systemet, i vissa fall direkt mot isoleringen. Detta medför bland annat att putsen utsätts för böjning vinkelrätt mot putsens plan vid den första initialuttorkningen. Även senare, vid uppfuktning/uttorkningen, sker böjning av putsakakan. Armeringen kan förvärra risken för sprickbildning genom att den innersta delen inte kan röra sig beroende på armeringens mothållande verkan. Resultatet blir dragspänningar i ytan, vilka kan medföra sprickbildning.

De brottmekaniska beräkningarna har hittills varit av mer eller mindre generell karaktär. I fortsättningen ska parameterstudier genomföras där olika faktorer analyseras i detalj.

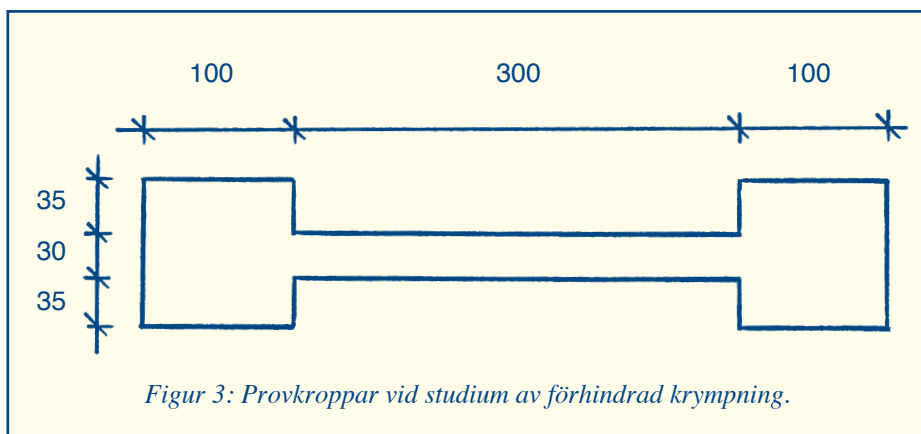
## Brukets krympning

Det är uppenbart att sprickorna ytterst förorsakas av brukets krympning, främst i samband med den första initialuttorkningen. För att kartlägga brukets krympning har ett antal olika typer av krympningsmätningar genomförts, både med avseende på det färskt bruket och vid upprepad uppfuktning/uttorkning senare. Även krympningens tidsförlopp och inverkan av olika yttre betingelser har studerats. Resultaten redovisas i *Sandin*, 2002.

Den fria krympningen, det vill säga krympning då det inte finns några mothållande krafter, har mätts både med den traditionella metoden på prismor och med en egen metod som möjliggör kontinuerlig mätning under olika förhållanden.

Ett typiskt resultat för ett kommersiellt putsbruk redovisas i *figur 2*. Av figuren framgår tydligt att huvuddelen av initialkrympningen sker första dygnet. Krympningen fortsätter dock under mycket lång tid, flera månader. Rörelserna vid uppfuktning/uttorkning av det härdade bruket är väsentligt mindre än initialkrympningen. Ett väsentligt fenomen är att den kvarvarande krympningen efter en uppfuktning/uttorkning ökar i samband med de första uppfuktningarna.

Även om initialkrympningen är väsentligt större än krympningen senare är



troligen denna initialkrympning av mindre betydelse, eftersom då bruket fortfarande är plastiskt och kan deformeras utan att spänningar byggs upp. Vid de senare rörelserna är bruket hårt och kan inte deformeras plastiskt, vilket medför inre spänningar om det finns mothållande krafter. Även om rörelserna till synes är små kan de vara avgörande för sprickbildningen.

Vid studier av *förhindrad krympning* analyseras effekterna av fullständig fasthållning, det vill säga putsen kan inte röra sig. I våra undersökningar gjordes detta genom att fylla en form enligt *figur 3* med putsbruk och studera sprickutvecklingen. De stora "klackarna" i formen fungerar som mothåll medan putsen i det "smala livet" är helt fri. Krympningen i det smala livet medför att spänningar byggs upp och i allmänhet efter en tid även sprickbildning.

Flertalet provade putser fick sprickbildning efter några dygn i övergången mellan den smala delen och klacken i änden. En intressant iakttagelse var att bruk som fick torra snabbt fick mindre sprickbildning än bruk som först fick härdas i fuktigt tillstånd. Som exempel kan nämnas att ett bruk som hölls fuktigt de första nio dyggen fick en sprickbredd 0,35 mm medan samma bruk som fick torra direkt fick en sprickbredd 0,1 mm. En naturlig förklaring till fenomenet är att krympningen i det bruk som fick torra snabbt skedde när bruket fortfarande var plas-

tiskt, varför några större spänningar inte kunde byggas upp. I det bruk som fick härdas i fuktigt tillstånd skedde däremot krympningen efter det att putsen härdats. Någon plastisk krympning är då inte möjlig, varför i stället stora spänningar byggs upp som slutligen medför en större spricka.

Detta fenomen är mycket intressant och måste studeras ytterligare. Enligt alla regler inom putsbranschen ska puts hållas fuktig ett antal dygn efter putsningen. Detta motiveras främst med att putsen ska få en god hållfasthetsutveckling. Med tanke på risken för sprickbildning kan förhållandena vara motsatta!

## Försök med provväggar

Provväggarna har en traditionell träregelstomme 45 x 145 mm c/c 600 mm. Mellan reglarna finns värmeisolering bestående av mineralull. På insidan finns en 13 mm gipsskiva och på utsidan en 9 mm gipsskiva.

Varje "provuppsättning" består av två 5,4 m långa och 2,3 respektive 2,6 m höga väggar mitt för varandra

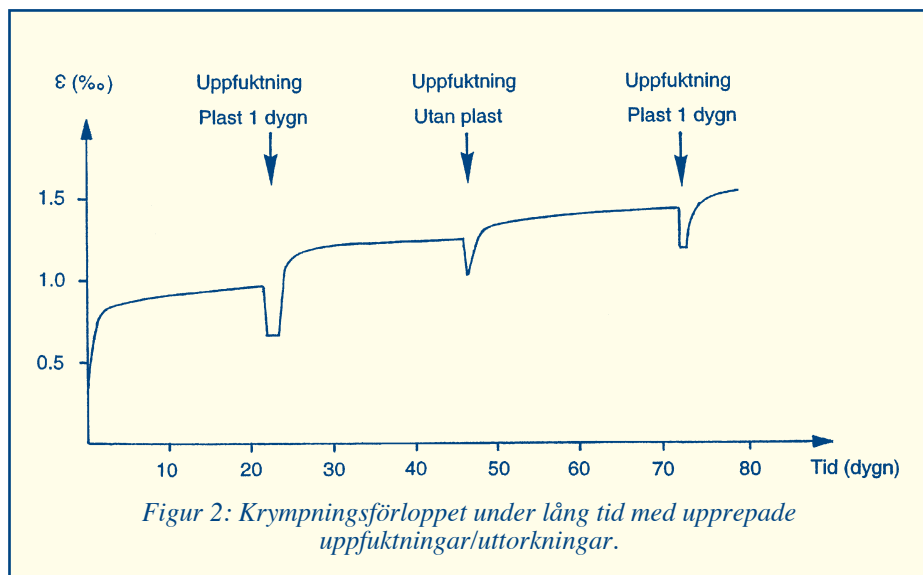
Väggen med höjden 2,3 m har en fönsteröppning 1,2 x 1,2 m. Den 2,6 m höga väggen har inga öppningar. Väggarna är förberedda för att kunna ge valfrihet mellan fasthållning eller fri putskant. Det senare ska motsvara en dilatationsfog.

Hela konstruktionen är i sidled fixerad till kraftiga pelare i lokalens ytterväggar.

Till den första provningen valdes medvetet ett system som med stor sannolikhet skulle medföra viss sprickbildning. Motivet för detta var främst att vi ville testa om vi kunde få någon sprickbildning i laboratoriet. Systemet är inget kommersiellt system utan ett "eget" testsystem.

Värmeisoleringen består av 50 mm putsskiva. Armeringsnätet är ett stål nät med maskvidd cirka 20 mm och tråddiameter cirka 1 mm. Infästning av isolering och armering har gjorts med kramlor. Putsbruket är ett finputsbruk med fin ballast. Speciellt ska påpekas att armeringen monterades dikt mot isoleringen. Inga åtgärder vidtogs för att distansera armeringen från isoleringen.

Putsen applicerades i ett skikt till 10 mm tjocklek. Dagen efter putsningen kalkades ytan för att eventuella sprickor skulle synas bättre.



Figur 2: Krympningsförloppet under lång tid med upprepade uppfuktningar/uttorkningar.

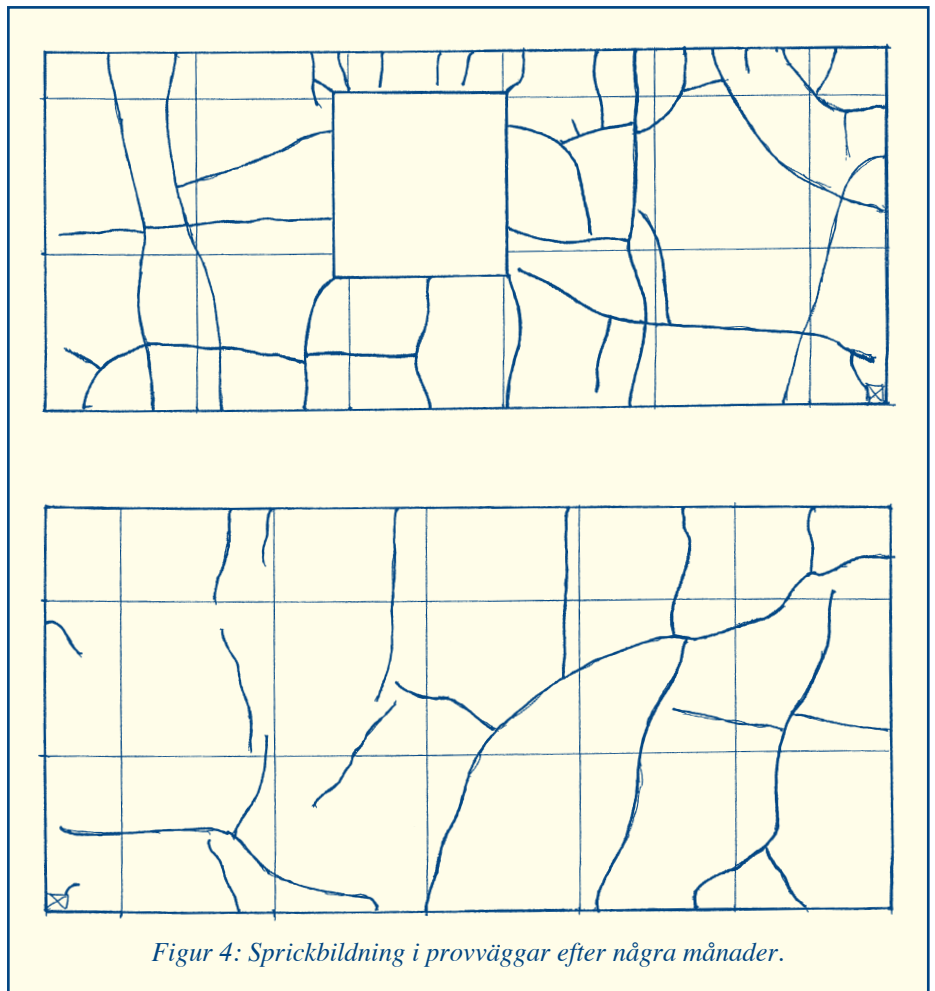


Väggarnas utformning vid kanterna är olika. Putsen i väggen med fönsteröppning är fast inspänd i kanterna genom extra armering som fixerats till stommen. I väggen utan fönsteröppning är den ena kanten fixerad till stommen medan den andra kanten är helt fri. Det senare ska motsvara en dilatationsfog.

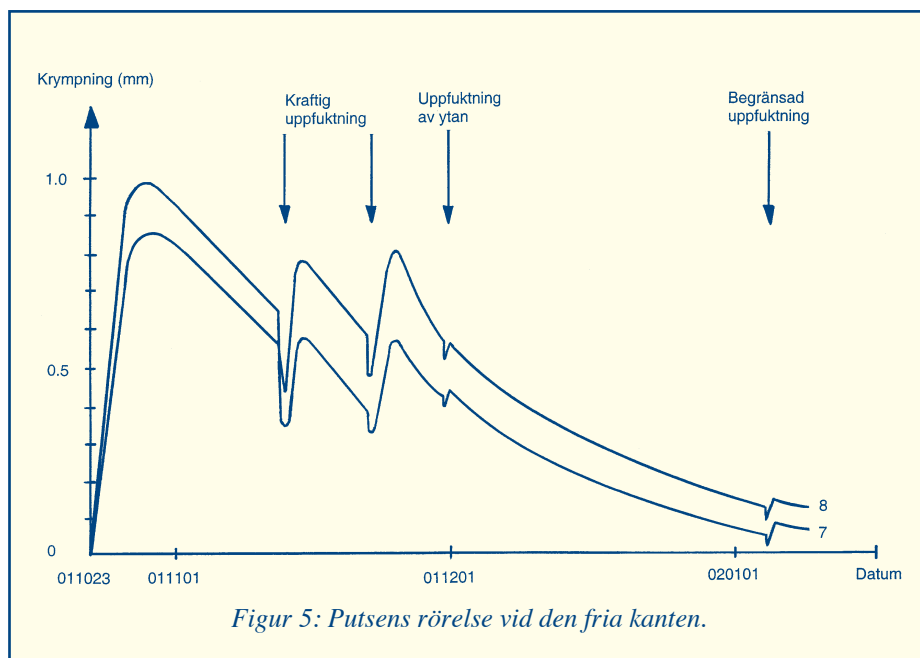
Under putsning och de två första veckorna var väggarna helt öppna i laboratoriet. Efter två veckor intäcktes utrymmet mellan provväggarna med plastfolie samtidigt som avfuktningssaggregat placerades inne i det inneslutna utrymmet för att åstadkomma en "maximal" uttorkning. Härefter utsattes väggarna för uppfuktning/uttorkning.

Sprickbildningen studerades dagligen genom visuell inspektion. Utan förstoringsglas kunde sprickor med större sprickvidd än 0,10 mm detekteras. Med förstoringsglas kunde sprickvidder ner till 0,05 mm upptäckas.

De första sprickorna visade sig efter tre dygn. Härefter skedde en mycket snabb sprickbildning. Även innan den första vattenbelastningen efter tre veckor fanns omfattande sprickbildning i väggen med fönsteröppning. I väggen utan fönster fanns endast enstaka sprickor vid denna tidpunkt. Efter fyra uppfuktningar/uttorkningar var båda väggarna helt uppspruckna i 0,5–1 kvadratmeter stora sjok. Sprickbildningen vid provningens slut redovisas i *figur 4*.



*Figur 4: Sprickbildning i provväggar efter några månader.*



Figur 5: Putsens rörelse vid den fria kanten.

Ett intressant fenomen är att sprickbildning även sker mycket nära den fria puts-kanten. Denna sprickbildning beror sannolikt på putsens deformation vinkelrätt mot putsens plan. Detta indikerar att dilatationsfogar kanske inte har någon större funktion med avseende på att förhindra sprickbildning beroende på putsens krympning.

Putsens krympning/svällning vid uttorkning/uppfuktning har mätts vid den fria puts-kanten på väggen utan fönster. Resultatet redovisas i figur 5.

Initialkrympningen är cirka 1 mm. Detta är väsentligt mindre än den fria krympningen. Den fria krympningen skulle ha varit 6–7 mm! Detta indikerar en kraftig fasthållning av puts-kakan. Detta stämmer väl med sprickbildningen enligt tidigare. Vore inte puts-kakan fasthållen skulle den inte spricka.

En annan intressant iakttagelse är att krymp-rörelsen helt återgår efter några månader. Detta visar att det finns spänningar inom systemet som efterhand om-lagras. Även detta visar att det finns omfattande fasthållningar inom systemet.

## Diskussion av erhållna resultat

Den mycket omfattande sprickbildningen är i högsta grad överraskande. Även väg-gen med en fri kant, vilket motsvarar dila-tationsfogar med avståndet 12 m uppvisar en omfattande sprickbildning. Sprickor finns mycket nära dilatationsfogen. Detta visar att det finns all anledning att fråga sig om dilatationsfogar har någon betydelse.

Det är helt uppenbart att putsen inte kan röra sig fritt, vilket är tanken med systemet. Den uppmätta rörelsen i den fria kanten, vid dilatationsfogen, är bara en tiondel av den fria krympningen hos putsen! Fasthållningen på grund av kram-lor och vidhäftningen till isoleringen är uppenbarligen mycket stor. Detta medför inre spänningar och sprickbildning. För att minska sprickbildningsrisken finns teo-

retiskt två möjligheter. Den ena innebär att helt frikoppla putsen från underlaget. Detta torde i praktiken vara omöjligt. Även om det vore möjligt skulle rörelserna i dilatationsfogarna bli mycket stora eller skulle avståndet mellan dilatations-fogarna bara bli några meter. Det andra alternativet innebär att reducera krymp-ningen hos puts-bruket.

I sammanhanget måste dock betonas att det valda systemet medvetet är sådant att stor risk för sprickbildning skulle föreligga. Isolertjockleken 50 mm medför till exempel att systemet blir relativt styvt. En tjockare isolering medför sannolikt ett mer rörligt system. Även putsen är vald så att stor krympning skulle erhållas. Den aktuella putsen är inte avsedd att användas i så tjocka skikt. Normal skikt-tjocklek för detta bruk är 1–2 mm.

Utvecklingen av sprickbildningen stämmer helt med de teoretiska beräkningarna. Den första sprickan kommer mitt i puts-fältet och därefter sker ny sprickbildning i de nya frikopplade puts-fälten. Detta gäller både de horisontella och de vertikala sprickorna. De sneda sprickorna hänger främst samman med fasthållning mot rörelser vinkelrätt mot putsen vid kramlor.

Att sprickbildningen förvärras drama-tiskt i samband med uppfuktning/uttorkning torde bero på att putsen härvid ut-sätts för kraftiga gradienter i djupled, vil-ket medför böjning av puts-kakan. Vid den första initialuttorkningen är förloppet rela-tivt långsamt och gradienterna små. Det måste betonas att temperaturrörelserna i sig är mycket små. Temperaturgradienter kan däremot medföra avsevärda fukt-gra-dienter, vilka medför stora rörelser.

Armeringen har stor betydelse för sprickbildningen. Genom att den är place-rad längst in mot isoleringen kommer putsen här att ha små rörelser. Rörelser längre ut i putsen medför då att putsen måste böjas, vilket medför sprickbildning. Ett absolut krav för att systemet ska

fungera är att armeringen modifieras. Detta bör studeras ytterligare i fortsatta undersökningar.

Även kramlornas utformning torde ha stor betydelse för sprickbildningen. Kramlorna har relativt liten möjlighet att deformeras med tanke på den stora krympningen hos putsen. Att förlita sig på att kramlorna är fritt rörliga torde vara väl optimistiskt. Detta avses att studeras i de fortsatta undersökningarna.

Att sprickbildningen utvecklas kraftigt i samband med den första vattenbegjutningen är intressant och stämmer med den praktiska erfarenheten. Orsaken till den kraftiga utvecklingen av sprickorna i samband med vattenbegjutningen kan utan tvekan hänföras till att fuktgradienten medför en kraftig böjning av putsen.

## Fortsatta provningar

På de befintliga provväggarna ska nya modifierade system testas samtidigt som de brottmekaniska beräkningarna fortsätter. Tanken är att utifrån erhållna resultat vidta några få väldefinierade modifieringar som bör minska risken för sprickbildning avsevärt. Det finns många åtgärder som måste vidtas för att helt eliminera sprickbildningen. Att i detta skede vidta alla åtgärder bedöms som olämpligt eftersom det då skulle bli omöjligt att utvärdera inverkan av varje enskild åtgärd. Ytterligare modifieringar kommer att göras i senare provningar. ■

## Litteratur

Hassanzadeh, M, 2001, *Sprickbildning i puts på isolering – Inledande laboratorie-försök och parameterstudier*. Byggnads-material, Lunds Tekniska Högskola. Rapport TVBM-3099. Lund.

Sandin, K, 2002, *Sprickbildning i puts på isolering – Inledande studier av putsens krympning och svällning*. Byggnads-material, Lunds Tekniska Högskola. Rapport TVBM-3101. Lund.