



Foto: Scanpix/Reuter

REGNTETT PUSS

på murte fasader

Tekst og foto: Tore Kvande og Kim Robert Lisø, Norges byggforskningsinstitutt

www.byggforsk.no/prosjekter/klima2000

På Østlandet og Sørlandet regnet det kraftig i lengre perioder høsten 2000. De store nedbørmengdene forårsaket skader på bygninger som tidligere ikke har vært utsatt for fuktskader.



Som en del av FoU-programmet Klima 2000 har NBI gjennomført en laboratorieundersøkelse med sikte på å kartlegge om dagens byggepraksis med puss på murte fasader i moderat klima gir tilstrekkelig sikkerhet mot fuktproblemer. Fokus er rettet mot puss på underlag av lettklinkerbetongmurverk.

Variierende fukt- og temperaturforhold er normalt de mest kritiske klimapåkjenningene for murte fasader. Murte fasader er spesielt sårbare for store regnmengder kort tid før en frostperiode. Tradisjonelt har man derfor skilt mellom innenlandsklima og kystklima når det gjelder byggepraksis og materialvalg for murte og pussede fasader.

(Innenlandsklima:

Varme somre og kalde vintre.

Kystklima: Mye regn og vind, høy luftfuktighet og milde vintre.)

Inndeling i to klimasoner har gitt grunnlag for ulik byggepraksis mellom Sør- og Østlandet og resten av landet.

Et eksempel på forskjeller i byggepraksis er oppbyggingen av pussbehandling. På Sør- og Østlandet er det mest vanlig med to sjikt, mens tre sjikt er vanlig i kystklima.

Som en del av FoU-programmet Klima 2000 er det gjennomført en laboratorieundersøkelse av regnpåkjente pussbehandlinger på lettklinkerblokkmurverk. Hovedmålet med prøvingen var å studere effekten av ulike pussoppbygginger som vern ved regnbelastning. For å kontrollere hva som er mest kritisk av regnmengde og slagregnstyrke (kombinasjon av vind og nedbør) er pussprøvene utsatt for to ulike belastningssituasjoner. Studien er nylig publisert i en NBI prosjektrapport [1].

Som en direkte oppfølging av [1] er det gjennom Klima 2000 gjennomført en studie av effekten av maling og tynnpuss på pussfasader for å øke motstandsevnen mot slagregn-påkjening. Denne studien er også nylig publisert [2]. Hovedresultatene fra de to studiene er kort oppsummert i denne artikkelen.

Tradisjonell pussoppbygging

En pussbehandling skal ikke bare gi tilstrekkelig vern mot vannlekkasjer, men også verne mot alle andre aktuelle påkjenninger, samt gi ønskede estetiske kvaliteter. En forutsetning for en vellykket pussbehandling er godt samvirke mellom pussbehandling og underlag. Type pussmørtel må derfor velges ut fra type underlag. For eksempel blir andre mørtler anbefalt som puss på betong enn på lettklinkerbetongmureverk. Videre er pussoppbyggingen viktig. De ulike pusssjiktene har ulike funksjoner som kort repeteres her [3]:

1. pussjikt

(grunning) skal sikre god heft til underlaget og jevne ut ulikheter i sugeevnen til underlaget. Et grunningssjikt med full dekning er dessuten svært viktig for pussbehandlingens regntetthet. På svakt sugende underlag, f.eks. betong, er grunning helt nødvendig for å oppnå tilstrekkelig heftfasthet.

2. pussjikt

(hovedpuss, grovpuss, grovstokk) skal i første rekke fylle ujevnheter i underlaget og medvirke til at pussene får tilstrekkelig beskyttende egenskaper.

Siden 2. sjiktet normalt er tykkest, vil sjiktet ha et stort ansvar når det gjelder å verne underlaget mot alle slags påkjenninger. 2. pussjikt skal dessuten sammen med grunningssjiktet regulere sugeevnen slik at sluttbehandlingen får jevn farge og struktur.

3. sjikt

(sluttbehandling) i en tresjiktbehandling vil fungere som «offer-sjikt», i tillegg til å bedre vernet av underlaget mot fuktpåkjenning. Sluttbehandlingen tar også vare på visse estetiske funksjoner mht. farge og struktur, og den kan forbedre fasadens smussavvisende evne og lette renholdet.

Frem til ca. 1990 ble grunninger av typen C 100/330 og C 100/440 brukt. Etter hvert som man har gått fra M- og MC-mørtler og tilbake til å bruke



Tynn pussbehandling med mange riss gir dårlig vern ved regnpåkjenning. Foto: Alf M. Waldum

mer kalkrike pussmørtler, er det også blitt mer vanlig å bruke kalk i grunningsmørtelen. Vurderingen har vært at bare man valgte en grunning mer bindemiddelrik og med større styrke enn hovedpussen, fikk man en egnet grunning både mht. vedheft og regntetthet.

Sluttbehandlingen i en tresjiktspussbehandling er tradisjonelt puss, slemming eller mineralsk maling. Effekten en så tynn sluttbehandling som mineralsk maling har som bidrag til vern ved kraftig slagregn, har til nå ikke vært dokumentert.

Undersøkte pussvarianter

I det første studiet ble regntettheten til ni ulike pussvarianter undersøkt, se [1]. Alle pussbehandlingene, med ett unntak, ble bygd opp av tradisjonelle pussmørtler. Unntaket var en fiberarmert puss med en god del tilsetningsstoff. Detaljert oversikt over studerte pussvarianter er gitt i [1]. Pussen ble påført murte prøver av lettklinkerblokker. Prøvestykkenes størrelse var 1 m x 0,5 m (h x b).

Av de ni pussvariantene som ble studert i første runde, er nye forsøk gjennomført på tre av dem. Disse hadde vist seg å ikke være tilstrekkelig tette ved slagregnpåkjenning. Ny regnprøving er utført etter påføring av ny overflatebehandling. Silikatmaling er valgt for to av prøvene og en

fabrikkfremstilt tynnpuss med vannavvisende tilsetningsstoff for den tredje. Detaljert oversikt over studerte overflatebehandlinger er gitt i [2].

Metoder for regnprøving

Effekten de ulike pussbehandlingene har som vern ved regnpåkjenning er prøvd etter to metoder:












- Slagregn ved 750 Pa overtrykk (vindhastighet tilsvarende orkan styrke) etter metode NBI-29/1983 «Mørtler. Tetthet mot slagregn» [4].
- Regnpåføring, eller «dusjing» uten overtrykk. Påsprøyting av vann etter prinsippene i NS-EN 1027 metode 1A [5].

Ved prøving av effekten overflatebehandling av puss har for å øke motstandsevnen mot slagregnpåkjenning, er bare prøving etter metode NBI-29/1983 gjennomført.

All prøving er utført ved NBIs laboratorium i Trondheim.

Resultat

I tabell 1 er fuktgjennomgang i prøvestykkene etter regnbelastning dokumentert ved fotografier. Resultatene i detalj med vektøkning, mørteldata og fotodokumentasjon som viser utviklingen under prøving, er gitt i [1] og [2].

Prøve nr.	Pussbehandling	Etter regnprøving	
		Slagregn	«Dusjing»
1	1. sjikt: KC 35/65 (Leca Fasadepuss) Pusstykkelse 7–10 mm Prøve 1B 50 mm fuktinntrenging etter slagregn		
2	1. sjikt: C-mørtel kl B (Leca B mørtel) 2. sjikt: C-mørtel kl B (Leca B mørtel) Pusstykkelse 1. sjikt 2-3 mm 2. sjikt 5-6 mm Prøve 2B 40–50 mm fuktinntrenging etter slagregn		
3	1. sjikt: KC 35/65 (Leca Fasadepuss) 2. sjikt: KC 50/50 (Tr.heim Mørtelverk) Pusstykkelse 1. sjikt 3-5 mm 2. sjikt 4-7 mm Prøve 3A 80 mm fuktinntrenging etter slagregn		
4	1. sjikt: KC 35/65 (Leca Fasadepuss) 2. sjikt: KC 50/50 (Tr.heim Mørtelverk) 3. sjikt: KC 50/50 (Tr.heim Mørtelverk) Pusstykkelse 1. sjikt 1-3 mm 2. sjikt 7-8 mm 3. sjikt 3-7 mm Prøve 4A 80 mm fuktinntrenging etter slagregn		
5	1. sjikt: Serpo 261 EF (Optiroc) 2. sjikt: Serpo 261 EF (Optiroc) Pusstykkelse 1. sjikt 4 mm 2. sjikt 4-5 mm Prøve 5A > 60 mm fuktinntrenging etter slagregn		
5*	1. sjikt: Serpo 261 EF (Optiroc) 2. sjikt: Serpo 261 EF (Optiroc) 3. sjikt: Serpo 451 EF Rivputz (Optiroc) Pusstykkelse 1. sjikt 4 mm 2. sjikt 4-5 mm 3. sjikt 3 mm Prøve 5B 0 mm fuktinntrenging etter slagregn		

Tabell 1
Fuktgjennomgang til
baksiden av prøvestykkene
etter regnbelastning i form
av slagregn og «dusjing»
(tabellen fortsetter på neste
side)

Puss som vern ved regnpåkjønning

Regnprøving i laboratorium etter to metoder har vist at slagregn er tøffere påkjønning enn direkte regn på fasaden uten overtrykk, selv for pussbehandlinger uten riss og andre synlige svakheter i overflaten. Grunningssjiktet er helt avgjørende for om pussen skal tåle store regnpåkjønninger. Regntett pussbehandling er oppnådd med C-mørtel kl B, evt. M-mørtel kl B som grunnings-sjikt. KC 35/65, som har vært stadig mer vanlig det siste tiåret, gir en mer åpen grunning og dermed dårligere vern ved regnpåkjønning.

Med riktig pussoppbygging gir en tosjikts pussbehandling tilfredsstillende vern selv mot store regnpåkjønninger. Viktige forutsetninger her er at vindpåkjønningen er lav og at pussen er uten riss/sprekker. For Sør- og Østlandet har det til nå vært mest vanlig å angi tosjikts pussbehandling.

Som vern mot kraftig slagregn vil ikke en tosjikts pussbehandling være tilstrekkelig. Den eneste pussbehandlingen som tålte slagregnpåkjønningen, var en tresjiktspuss med C-mørtel kl B som grunnings-sjikt, KC 35/65 som 2. sjikt og KC 50/50 som 3. sjikt.

Å tilsette vannavvisende middel i pussmørtel gir ikke nødvendigvis en mer regntett pussbehandling. Forsøkene viste at latekstilsetning i grunnings-sjiktet har vesentlig dårligere regntetthet enn tilsv. pussbehandling uten lateks. Resultatet understreker klart hvor viktig det er å kontrollere effekten av tilsetningsstoff før pussmørtelen tas i bruk.



Pussprøver inne i slagregnskapet under prøving. Bildet viser regnpåføring i øvre kant av prøvestykkene.

Maling som vern ved regnpåkjønning

Slagregnprøvingen har videre vist at en tynn sluttbehandling i form av en silikatmaling eller en tympuss på veggstykker med tosjikts puss ga en regntett «pussbehandling». Silikatmaling eller tympuss ble påført tosjikts puss som i utgangspunktet ikke hadde nødvendig regntetthet. Resultatene er interessante fordi de viser at det er mulig å oppnå en regntett behandling med relativt enkle tiltak for puss med i utgangspunktet mangelfull regntetthet. Selv i slagregnrrike strøk er dette mulig. En forutsetning for et vellykket resultat er imidlertid at eksisterende puss har «riktig» mørtelsammensetting.

Effekten silikatmaling har som bidrag til vern ved kraftig slagregnpåkjønning har tidligere ikke vært dokumentert. Prøvingen viser at silikatmaling på to tradisjonelle pussunderlag som KC 35/65 og KC 50/50, begge med M-mørtel kl B som grunningsjikt, ga en regntett «pussbehandling» ved slagregnbelastningen de her var utsatt for. Prøvingen viser at en mineralsk maling, som silikatmaling, er å regne som fullgodt tredje sjikt i en tresjikts pussbehandling med tanke på regntetthet.

Prøve nr.	Pussbehandling	Etter regnprøving	
		Slagregn	«Dusjing»
6	1. sjikt: M-mørtel kl B (Optiroc) 2. sjikt: KC 35/65 (Optiroc) Pusstykkelse 1. sjikt 5–8 mm 2. sjikt 10 mm Prøve 6A 100 mm fuktinntrenging etter slagregn		
6*	1. sjikt: M-mørtel kl B (Optiroc) 2. sjikt: KC 35/65 (Optiroc) 3. sjikt: Serpo 303 Silikatfärg AZ Pusstykkelse 1. sjikt 5–8 mm 2. sjikt 10 mm 3. sjikt < 1mm Prøve 6B < 1 mm fuktinntrenging etter slagregn		
7	1. sjikt: M-mørtel kl B (Optiroc) 2. sjikt: KC 50/50 (Optiroc) Pusstykkelse 1. sjikt 5–8 mm 2. sjikt 10 mm Prøve 7A 60 mm fuktinntrenging etter slagregn		
7*	1. sjikt: M-mørtel kl B (Optiroc) 2. sjikt: KC 50/50 (Optiroc) 3. sjikt: Serpo 303 Silikatfärg AZ Pusstykkelse 1. sjikt 5–8 mm 2. sjikt 10 mm 3. sjikt < 1mm Prøve 7B < 1 mm fuktinntrenging etter slagregn		
8	1. sjikt: C-mørtel kl B (Tr.heim Mørtelv.) 2. sjikt: KC 35/65 (Tr.heim Mørtelverk) 3. sjikt: KC 50/50 (Tr.heim Mørtelverk) Pusstykkelse 1. sjikt 5–6 mm 2. sjikt 9–10 mm 3. sjikt 7–8 mm Prøve 8A 30–40 mm fuktinntrenging etter slagregn		
9	1. sjikt: C-mørtel kl B tilsatt lateks (Tr.h.) 2. sjikt: KC 35/65 (Tr.heim Mørtelverk) 3. sjikt: KC 50/50 (Tr.heim Mørtelverk) Pusstykkelse 1. sjikt 5–6 mm 2. sjikt 9–10 mm 3. sjikt 7–8 mm Prøve 9A 100 mm fuktinntrenging etter slagregn		

Anbefalinger

All laboratorieprøving i de omtalte studiene er utført med murverk av lettklinkerblokk som underlagsmateriale, og det er nærliggende å spørre om konklusjonene også vil gjelde for andre typer porøse bygningsmaterialer. Svaret er at for materialer med porestørrelse større enn for grunningen vil man kunne legge resultatene fra prøvingen til grunn. For murverk av tegl og betongstein vil dette gjelde. For plasstøpt betong er pussens regntetthet som regel uten interesse.

Med bakgrunn i resultatene fra prøvingen anbefaler NBI tresjikts pussbehandling også for såkalt moderat klima (innenlandsklima på Sør- og Østlandet) [2]. Dette fordi tresjikt pussbehandling gir større sikkerhet mot regnpåkjønning og opprissing av pussene, bedre garanti for at mørtelfuger ikke blir synlige og større motstandsevne mot andre belastninger enn regnpåkjønning.

Videre arbeid

Vern av murte konstruksjoner ved regnpåkjønning er tema også for videre arbeid innenfor FoU-programmet Klima 2000. Temaet inngår sentralt innenfor følgende prosjekter:

Prosjekt 5: Utforming av beslag mot nedbør. Prosjektet har som mål å bedre eksisterende beslagsløsninger, samt danne underlag for utvikling av nye beslagsløsninger. Prosjektet blir utført ved:

- I litteraturstudie, systematisk gjennomgang og vurdering av utførte arbeider ved NBI, samt erfaringer fra andre nordiske land
- II feltundersøkelse
- III laboratorieforsøk

Prosjekt 9: Krav til fasadesystemer i forhold til slagregnpåkjønning.

En viktig del av prosjekt 9 er å oppgradere eksisterende beregningsverktøy for fukttekniske analyser. Ved hjelp av beregningsverktøyet vil det bli gjennomført analyser av oppfuktings- og uttørkingspotensiale for bl.a. murte fasader. ■

Litteratur

- [1] Kvande, T. og Waldum, A.M., Erfaringar med puss som vern ved regnpåkjønning – delrapport frå prosjekt 9 i FoU-programmet Klima 2000. Prosjektrapport 320, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo 2002.
- [2] Kvande, T. og Waldum, A.M., Effekt av maling og tynnpuss på pussfasadar – delrapport frå prosjekt 9 i FoU-programmet Klima 2000. Prosjektrapport 326, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo 2002.
- [3] Svendsen, S. D., Dührkop, H., Saretok, V. og Sneck, T., Mørtel–Mur–Puss, Håndbok 20, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo 1966.
- [4] NBI prøvemetode NBI-29, Mørtler. Tetthet mot slagregn, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo 1983.
- [5] NS-EN 1027, Vinduer og dører. Regntetthet. Prøvemetode, Norges Standardiseringsforbund, 1. utg. Oslo 2000.
- [6] IPCC, Climate Change 2001, The Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- [7] www.nilu.no/regclim (RegClim – Regional Climate Development Under Global Warming, se nettsidene, februar 2002).

Klima 2000

Norges byggforskningsinstituttets forskningsprogram «Klima 2000 – Klimatilpasning av bygningskonstruksjoner», retter søkelyset mot klimatilpassing av det bygde miljø under strengere ytre klimabelastninger (se www.byggforsk.no/prosjekter/klima2000). Programmet vil gå frem til utgangen av år 2005 og består av 14 ulike prosjekter. Hovedmålet med programmet er gjennom forskning og utvikling å utvikle og oppdatere løsninger for konstruksjoner som gir økt motstandsevne mot og økt pålitelighet ved ytre klimapåkjønninger, samt kartlegge mulige virkninger av klimaendringer på det bygde miljø. Målet er å definere klarere kriterium og anvisninger for prosjektering og utførelse av kritiske konstruksjonsdetaljer, hovedsakelig knyttet til bygningers ytre klimaskjerm. Det skal i tillegg utvikles retningslinjer for hvordan de ulike aktørene i plan- og byggeprosessen kan medvirke til å unngå at en bygning får skader eller ulemper forårsaket av fukt. Programmet blir gjennomført i samarbeid med Forsvarsbygg Utbyggingsprosjektet, Husbanken, Finansnæringsens Hovedorganisasjon, Statsbygg og Statens bygningstekniske etat, samt en rekke andre fagmiljøer og aktører i BAE-sektoren.

Et eget prosjekt i programmet tar for seg krav til fasader i forhold til slagregnpåkjønninger.

Effekt av klimaendringer på det bygde miljø

De store nedbørmengdene på Sør- og Østlandet høsten 2000 førte til skader på bygninger som tidligere ikke har vært utsatt for skader. Et stadig økende tall på observasjoner gir et samlet bilde av en global oppvarming og andre endringer i klimasystemet [6]. Enkeltstående spesielle eller «ekstreme» vær-situasjoner kan naturligvis ikke tilskrives klimaendringene, men de er tydelige påminnelser om hvor sårbart samfunnet er overfor store klimavariasjoner og ekstremt vær. Trenden vi har sett de siste 10–15 årene, med milde, nedbørrike høst-vinterhalvår og hyppige stormer langs kysten, er også forventet å forsterke seg (prognoser fra et klimascenario for Norge de neste 50 år, beregnet i forskningsprosjektet RegClim [7]). Østlandet får i følge disse scenariene mer vinternedbør, men stadig sjeldnere som snø.

Det bygde miljø må i fremtiden trolig tåle enda større ytre klimapåkjønninger enn i dag. Der hvor dette er fornuftig og kostnadseffektivt bør vi allerede nå vurdere tilpasninger til et mulig strengere klima i ulike deler av landet. Vi bør også i mye større grad enn tidligere ta hensyn til de lokale naturgitte byggevilkår. Spesielt gjelder dette tilfelle hvor gjeldende byggepraksis ikke har vært i samsvar med klimapåkjønningene på byggestaden.

I et eget prosjekt i programmet skal mulige effekter av klimaendringer på det bygde miljø studeres.