

Tore Kvande og Alf M. Waldum

Effekt av maling og tynnpuss på pussfasadar

Delrapport frå prosjekt 9 i FoU-programmet
«Klima 2000»



BYGGFORSK

Norges byggforskningsinstitutt

Tore Kvande og Alf M. Waldum

Effekt av maling og tynnpuss på pussfasadar

Delrapport frå prosjekt 9 i FoU-programmet
«Klima 2000»

Prosjektrapport 326 – 2002

Prosjektrapport 326

Tore Kvande og Alf M. Waldum

Effekt av maling og tynnpuss på pussfasadar

Delrapport frå prosjekt 9 i FoU-programmet «Klima 2000»

Emneord: Yttervegg, puss, påstrykningsmiddel, mørtel, lettbetong, fukt, styrke

ISSN 0801-6461

ISBN 82-536-0762-8

200 eks. trykt av

S.E. Thoresen as

Innmat:100 g Kymultra

Omslag: 200 g Cyclus

Samarbeidspartnere

Hovedsamarbeidspartnere

Forsvarsbygg Utbyggingsprosjektet, Husbanken, Finansnæringens Hovedorganisasjon (FNH), Statens bygningstekniske etat (BE), Statsbygg, Norges forskningsråd.

Bransjepartnere

Selmer Skanska AS, Optiroc AS, A/S Rockwool, Brødr. Sunde AS, Glava A/S, Jackon AS, Icopal as, Protan A/S, Isola as, Moelven ByggModul AS, Scandiaconsult AS, Interconsult ASA, Aadnesen as.

Norske fagmiljøer

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), CICERO Senter for klimaforskning, Norges landbrukshøgskole, Arkitekthøgskolen i Oslo, Norges byggstandardiseringsråd, Det norske meteorologiske institutt (DNMI), Høgskolen i Narvik.

Bransjeforeninger

Byggenæringens Landsforening (BNL), Isolasjonsprodusentenes forening (IPF), Takprodusentenes forskningsgruppe (TPF), Ventilasjons- og blikkenslagerbedriftenes landsforbund (VBL), Byggevarerindustriens forening, Boligprodusentenes Forening, Norges Byggmesterforbund.

© Copyright Norges byggforskningsinstitutt 2002

Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndverkslovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med Norges byggforskningsinstitutt er enhver eksemplarframstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

Adr.: Forskningsveien 3 B
Postboks 123 Blindern
0314 OSLO

Tlf.: 22 96 55 55

Faks: 22 69 94 38 og 22 96 55 08

Forord

Arbeidet i denne prosjektrapporten er utført innanfor prosjekt 9 *Krav til fasadesystem i forhold til slagregnpåkjønning*. Prosjektet er ein del av FoU-programmet *Klima 2000 – Klimatilpassning av bygningskonstruksjoner*. Hovudmålet med programmet er gjennom forskning å utvikle og oppdatere prinsipløysningar for konstruksjonar som både gir auka motstandsevne mot og auka pålitelighet ved ytre klimapåkjønningar, samt kartlegge moglege verknader av klimaendringar på det bygde miljø - og korleis samfunnet best kan tilpasse seg endringane. Det er eit mål å definere klarare kriterium og anvisingar for projektering og utføring av kritiske konstruksjonsdetaljar, hovudsakeleg knytt til den ytre klimaskjermen til bygningar. I tillegg skal det utviklast retningslinjer for korleis dei ulike aktørar i plan- og byggeprosessen kan medverke til å unngå at ein bygning får skader eller ulemper på grunn av fukt.

Programmet blir leia av Norges byggforskningsinstitutt (NBI) og blir gjennomført i samarbeid med Forsvarsbygg Utbyggingsprosjektet, Husbanken, Statsbygg, Finansnæringens Hovedorganisasjon (FNH) og Statens bygningstekniske etat (BE), samt andre fagmiljø og sentrale aktørar i BAE-sektoren. Programmet vart starta i august 2000 og vil vare til utgangen av år 2005. Programmet består av fjorten ulike prosjekt.

I denne prosjektrapporten er resultat frå slagregnprøving av puss på lettklinkerbetong-murverk omhandla. Prøvinga er utført på pussbehandlingar som i utgangspunktet har gitt for dårleg vern ved slagregnpåkjønning. Ny slagregnprøving er utført på pussprøvene etter maling eller påføring av ein tynnpuss. Arbeidet er ei direkte oppfølging av prosjektrapport *320 Erfaringar med puss som vern ved regnpåkjønning. Delrapport frå prosjekt 9 i FoU-programmet «Klima 2000»*.

I arbeidet med rapporten har Optiroc AS vore ein viktig støttespillar. Ein stor takk også til Berit Time (prosjektleiar prosjekt 9) og Noralf Bakken ved NBI for hjelp med gjennomføringa.

Trondheim, mars 2002

Kim Robert Lisø
Programleiar
Norges byggforskningsinstitutt

Tore Kvande
Hovudforfattar
Norges byggforskningsinstitutt

Samandrag

Laboratorieundersøkinga som er omhandla i denne rapporten har primært tatt sikte på å studere effekten maling på pussfasadar har for å auke motstandsevna mot slagregn-påkjønning. I tillegg er effekten av ein tynnpuss på eksisterande pussunderlag studert.

Tre pussbehandingar som har vist seg ikkje å vere tilstrekkeleg tette ved slagregn-påkjønning, er prøvd på nytt etter påføring av overflatebehandling. Som overflatebehandling er silikatmaling valt for to av prøvene og ein fabrikkframstilt tynnpuss med vannavvisande tilsetningsstoff for den siste prøva. Fokus er retta mot puss på underlag av lettklinkerbetong-murverk.

Slagregnprøvinga har vist at ei tynn sluttbehandling i form av ei silikatmaling eller ein tynnpuss gav ei regntett ”pussbehandling” for veggstykke med tosjikts puss. Tynn sluttbehandling er påført tosjikts puss som i utgangspunktet ikkje hadde nødvendig regntetthet. Resultata er interessante fordi dei viser at det er mogleg å oppnå ei regntett behandling med relativt enkle tiltak for puss med i utgangspunktet mangelfull regntetthet. Sjølv i slagregnrrike strøk er dette mogleg. Ein føresetnad for eit vellykka resultat er imidlertid at eksisterande puss har ”riktig” mørtelsamansetting.

Effekten silikatmaling har som bidrag til vern ved kraftig slagregnpåkjønning har tidlegare ikkje vore dokumentert. Prøvinga viser at silikatmaling på to tradisjonelle pussunderlag som KC 35/65 og KC 50/50, begge med M-mørtel kl B som grunningssjikt, gav ei regntett ”pussbehandling” ved slagregnbelastninga. Prøvinga viser at ei mineralsk maling som silikatmaling, er å rekne som fullgodt tredje sjikt i ei tresjikts pussbehandling med tanke på regntetthet.

Også overflatebehandling i form av fabrikkframstilt tynnpuss på underlag av fiberarmert kalksementpuss gav regntett pussbehandling. Tidlegare erfaringar med fabrikkframstilte slemmingar med vannavvisande tilsetningsstoff samsvarer med resultata frå denne prøvinga.

Det er i dette prøveprogrammet valt to ulike typar overflatebehandling på pussunderlag. Val av type sluttbehandling må alltid sjåast i nær samanheng med samansetting og kvalitet til eksisterande puss.

Studiet presentert i denne rapporten er ei direkte oppfølging av arbeidet omhandla i prosjektrapport 320 *Erfaringar med puss som vern ved regnpåkjønning. Delrapport frå prosjekt 9 i FoU-programmet ”Klima 2000”* (Kvande og Waldum 2002).

Innhald

FORORD	3
SAMANDRAG	4
INNHALD	5
1 INNLEIING	6
1.1 FORMÅL OG OMFANG	6
1.2 BAKGRUNN	6
2 LABORATORIEFORSØK	8
2.1 PRØVEOBJEKT	8
2.2 PRØVEMETODE.....	9
2.3 RESULTAT	10
2.3.1 <i>Mørtelkontroll</i>	10
2.3.2 <i>Regnprøving</i>	11
3 VURDERING	13
3.1 FORHOLD VEDRØRANDE PRØVEPROGRAMMET	13
3.2 MALING SOM SLUTTBEHANDLING	13
3.3 TYNNPUSS/SLEMMING SOM SLUTTBEHANDLING	14
4 KONKLUSJON	15
LITTERATUR	16

1 Innleiing

1.1 Formål og omfang

Siktemålet til laboratorieundersøkinga har primært vore å studere effekten maling på pussfasadar har for å auke motstandsevna mot slagregnpåkjening. I tillegg er effekten av ein tynnpuss på eksisterande pussunderlag studert.

Tre pussbehandlingar som har vist seg ikkje å vere tilstrekkeleg tette ved slagregnpåkjening, er prøvd på nytt etter påføring av overflatebehandling. Som overflatebehandling er silikatmaling valt for to av prøvene og ein fabrikkframstilt puss med vannavvisande tilsetningsstoff for den siste prøva. Fokus er retta mot puss på underlag av lettklinkerbetongmurverk.

Studiet presentert i denne rapporten er ei direkte oppfølging av arbeidet omhandla i prosjektrapport 320 *Erfaringar med puss som vern ved regnpåkjening. Delrapport frå prosjekt 9 i FoU-programmet "Klima 2000"* (Kvande og Waldum 2002).

1.2 Bakgrunn

Ei pussbehandling skal verne underlaget mot alle aktuelle påkjenningar, i tillegg til å gi ønska estetiske kvalitetar. Felt- og laboratorieundersøkinga presentert av Kvande og Waldum (2002) dokumenterer nødvendigheita av å bruke sementrike grunningar for å oppnå ei pussbehandling med stor motstandsevne mot regnpåkjening. Med ei riktig pussoppbygging gir ei tosjikts pussbehandling tilfredsstillande vern sjølv mot store regnpåkjenningar. Som vern mot kraftig slagregn vil derimot ikkje ei tosjikts pussbehandling vere regntett. Einaste pussbehandlinga som tålte slagregnpåkjenninga, var tresjiktspuss med C-mørtel kl B som grunningssjikt, KC 35/65 som 2. sjikt og KC 50/50 som 3. sjikt.

NBI anbefalar med bakgrunn i Kvande og Waldum (2002) tresjikts pussbehandling også for såkalla "moderat klima" (Sør- og Austlandet). Dette fordi tresjikt pussbehandling gir større sikkerhet mot regnpåkjening og opprissing av pussjiktet, betre garanti for at mørtelfuger ikkje blir synlege og større motstandsevne mot andre belastningar enn regnpåkjening.

Sluttbehandlinga i ei tresjiktsbehandling vil fungere som "offersjikt", i tillegg til å betre vernet av underlaget mot fuktpåkjening. Sluttbehandlinga kan også forbetre den smussavvisande evna til fasaden og lette reinhaldet. Som tredje sjikt (sluttbehandling) i ei tresjikts pussbehandling er tradisjonelt rekna puss, slemming eller mineralsk maling. Effekten ei så tynn sluttbehandling som mineralsk maling har som bidrag til vern ved kraftig slagregn, har derimot ikkje vore dokumentert.

Kritiske klimapåkjenningar for mura fasadar er normalt varierende fukt- og temperaturforhold samt i enkelte tilfelle vindpåkjening. Mura fasadar er spesielt utsett for skader ved store regnmengder kort tid før ein frostperiode. Tradisjonelt er det derfor skilt mellom utvendig moderat klima ("innlandsklima") og klima med mykje slagregn ("kystklima") når det gjeld byggepraksis og også materialval for mura og pussa fasadar. I praksis har dette gitt grunnlag for ulik byggepraksis mellom Sør- og Austlandet og resten av landet.

Eit eksempel på forskjellar i byggepraksis mellom Sør- og Austlandet og resten av landet er oppbygging av pussbehandlinga. På Sør- og Austlandet er det mest vanleg med to sjikt, medan tre sjikt er vanleg i kystklima. Også når det gjeld beslagsløysningar er det etablert ulike praksis.

Klimapåkjenningar frå nedbør, vind, solstråling og temperatur fører årleg til skadar på det bygde miljø. Forståing av korfor og korleis skadar på grunn av klimapåkjenningar oppstår, og korleis dei best kan reduserast, er sentralt ved planlegging og utføring av bygningskonstruksjonar. Eit stadig aukande tall på observasjonar gir eit samla bilde av ei global oppvarming og andre endringar i klimasystemet (IPCC 2001). Enkeltståande spesielle eller ”ekstreme” vêrsituasjonar kan naturlegvis ikkje tilskrivast klimaendringane, men dei er tydelege påminningar om kor sårbart samfunnet er overfor store klimavariasjonar og ekstremt vêr. I følgje klimascenario for Norge dei neste 50 år, berekna i forskingsprosjektet RegClim (2002), vil trenden vi har sett dei siste 10 – 15 åra med milde, nedbørsrike haustvinterhalvår og hyppige stormar langs kysten, forsterke seg. Austlandet får i følgje desse scenaria meir vinternedbør, men stadig sjeldnare som snø. Sett i lys av ei forventet auking i slagregnpåkjenninga i delar av landet, er det av stor interesse å studere effekten av relativt enkle tiltak som maling eller tynnpuss på pussfasadar med tanke på å auke motstandsevna mot fuktskadar.

2 Laboratorieforsøk

2.1 Prøveobjekt

Prøvestykke med dimensjon 1 m x 0,5 m (høgde x bredde) er mura av 100 mm lettklinkerbetong med mur- og pussmørtel klasse B (C-mørtel). Felta er mura med opne stussfuger. Tidlegare er ni ulike pussvariantar undersøkt, sjå Kvande og Waldum (2002). To prøvestykker (A og B) vart laga av kvar variant. Av dei ni ulike variantane er maling eller tynnpuss påført tre, sjå tabell 2.1. Dette gjeld prøve 5, 6 og 7 som alle hadde tosjikts pussbehandlingar. Prøvene vart påført maling eller tynnpuss etter om lag 6 veker tørking i laboratorieklima etter første regnprøving.

Prøve 5 var ved første prøving pussa med Serpo 261 EF som er ein fiberarmert kalksementpuss med ein god del tilsetningsstoff. Serpo 451 EF Rivputz er påført som tynnpuss før ny prøving. Serpo 451 EF Rivputz som er ein fabrikkframstilt puss med vannavvisande tilsetningsstoff. Tynnpussen er trekt på med stålbrett i eitt tynt sjikt og filset for ferdig struktur.

Prøve 6 og 7 har pussbehandlingar som er bygd opp av tradisjonelle pussmørtlar. Pussbehandlingane er i denne omgangen overflatebehandla med ei einkomponent silikatmaling, Serpo 301 Silikatfärg AZ, påført i to strøk. Påført mengde er 0,4 kg/m². Serpo 303 Silikatfärg AZ var utspedd med 15 % Serpo 301 Silikatgrund AZ (kaliumsilikat) før applisering. Inga grunning er påført før maling.

Etter påføring av maling eller tynnpuss er sidekantane til prøvestykkene mala med ei akrylmaling for å hindre fuktinntrenging frå sidene under prøvinga. Eksponert areal under prøvinga er 0,95 m x 0,45 m.

Tabell 2.1

Undersøkte pussbehandlingar

Prøve nummer	Pussbehandling ¹⁾	Ønska sjikttjukkelse
5	1. sjikt: Serpo 261 EF (Optiroc)	3-4 mm
	2. sjikt: Serpo 261 EF (Optiroc)	4-5 mm
	3. sjikt: Serpo 451 EF Rivputz (Optiroc)	2-3 mm
6	1. sjikt: M-mørtel kl B (Optiroc)	5 mm
	2. sjikt: KC 35/65 (Optiroc)	10 mm
	3. sjikt: Serpo 303 Silikatfärg AZ tilsatt 15% Serpo 301 silikatgrund AZ (Optiroc)	-
7	1. sjikt: M-mørtel kl B (Optiroc)	5 mm
	2. sjikt: KC 50/50 (Optiroc)	10 mm
	3. sjikt: Serpo 303 Silikatfärg AZ tilsatt 15% Serpo 301 silikatgrund AZ (Optiroc)	-

¹⁾ C = sement, K = hydratkalk, M = mursement

2.2 Prøvemethode

Effekten dei ulike pussbehandlingane har som vern ved regnpåkjening er tidlegare (Kvande og Waldum 2002) prøvd etter to metodar:

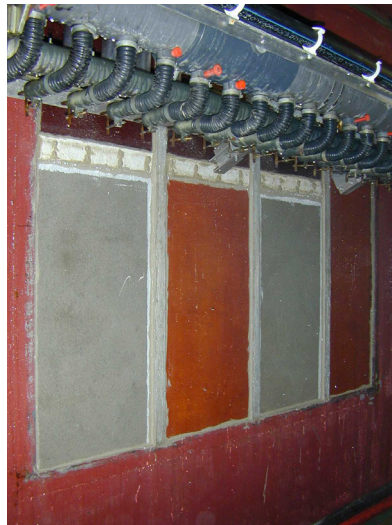
- slagregn ved 750 Pa overtrykk etter metode NBI-29/1983 ”Mørtler. Tetthet mot slagregn”.
- ”dusjing” utan overtrykk, påsprøyting av vatn etter prinsippa i NS-EN 1027 metode 1A.

Ved prøving av effekten silikatmaling eller tynnpuss på pussfasadar har for å auke motstandsevna mot slagregnpåkjening er berre prøving etter metode NBI-29/1983 gjennomført. Samanlikning er gjort mot dei tidlegare prøvingane.

Etter NBI-29/1983 blir forsøka kjørt etter følgjande plan:

1. 5 timar med eit statisk overtrykk på 750 Pa og påsprøyta vassmengde 1,2 l/(m²·min.). Påsprøytinga av vatn skjer i øvre del av prøvestykket, sjå figur 3.1.
2. 5 timar utan overtrykk og vasspåsprøyting, men med ein tørr luftstraum langs flata.
3. 36 timar kontinuerleg kjøring med påkjening som under pkt. 1.

”Dusjing” er gjennomført ved å sprøyte vatn på øvre del av prøvestykke frå ei dyserekke med ei dyse pr. 0,5 m. Kvar dyse gir 2,0 l/min. Dysevinkel er 24°. Vasspåføringa skjer utan overtrykk i kammeret etter same syklus som NBI-29/1983. Påsprøyta vassmengde er såpass stor at ein vassfilm blir danna utanpå pussoverflata. Vasspåføring er vist i figur 2.1.



Figur 2.1

Pussprøver inne i slagregnskapet under prøving. Fotoet viser regnpåføring i øvre kant av prøvestykket.

Vektauke på grunn av regnbelastning og eventuell fuktgjennomtrenging er registrert. Ved deling av prøvestykket etter prøving er inntrengingsdjubder, fuktinnhald i ulike sjikt og pusstjukkelse målt. Tabell 2.2 gir ei oversikt over kva belastningar dei ulike prøvestykket er utsett for.

Tabell 2.2

Gjennomført prøving på dei ulike prøvestykkene

Prøve	1. prøving	2. prøving Med tynnpuss/maling
5A	Slagregn (NBI-29/1983)	-
5B	"Dusjing"	Slagregn (NBI-29/1983)
6A	Slagregn (NBI-29/1983)	-
6B	"Dusjing"	Slagregn (NBI-29/1983)
7A	Slagregn (NBI-29/1983)	-
7B	"Dusjing"	Slagregn (NBI-29/1983)

2.3 Resultat

2.3.1 Mørtelkontroll

Mørtelkontroll er utført etter retningslinjer gitt i NS 3120. Berre aktuelle mørteleigenskapar for pussmørtlar er kontrollert. Eigenskapar til fersk mørtel er gitt i tabell 2.3. Tabell 2.4 og 2.5 viser bøyestrek- og trykkfasthet ved 28 døgn. I tabellane er det også gitt krav til ein del av eigenskapane. Alle krav er i samsvar med NS 3120.

Tabell 2.3

Fersk mørteleigenskapar til bruka pussmørtlar

Pussmørtel	Vanntilsetning pr. kg tørrmørtel [l]	Luftinnhald (trykk) (NS 3106) [%]	Konsistens (NS 3107) [RB]	Vannseparasjon etter 2 timar (NS 3109) [ml]
Krav i NS 3120	-	≤ 18	-	≤ 7
Serpo 261 EF (Optiroc)	0,220	17,0	1,2	0
Serpo 451 EF Rivputz (Optiroc)	0,140	22,5	-	0
M-mørtel kl B (Optiroc)	0,125	15,0	1,6	1,6
KC 35/65 (Optiroc)	0,137	11,5	1,5	2,0
KC 50/50 (Optiroc)	0,150	9,0	1,6	2,6

Tabell 2.4

Bøyestrekfasthet målt etter 28 døgn i samsvar med NS 3104

Pussmørtel	Middel	"Range"	Krav	Eining
Serpo 261 EF (Optiroc)	1,4	1,31 – 1,40	1,8	N/mm ²
Serpo 451 EF Rivputz (Optiroc)	3,9	3,72 – 4,19	1,8	"-"
M-mørtel kl B (Optiroc)	2,3	2,16 – 2,42	2,5	"-"
KC 35/65 (Optiroc)	3,1	2,80 – 3,26	2,5	"-"
KC 50/50 (Optiroc)	2,0	1,81 – 2,14	1,8	"-"

Tabell 3.5

Trykkfasthet målt etter 28 døgn i samsvar med NS 3104

Pussmørtel	Middel	"Range"	Krav	Eining
Serpo 261 EF (Optiroc)	4,0	3,77 – 4,14	5	N/mm ²
Serpo 451 EF Rivputz (Optiroc)	15,9	15,18 – 17,13	5	"-"
M-mørtel kl B (Optiroc)	7,3	7,01 – 7,44	8	"-"
KC 35/65 (Optiroc)	12,6	11,02 – 13,68	8	"-"
KC 50/50 (Optiroc)	7,6	6,86 – 8,45	5	"-"

2.3.2 Regnprøving

I det etterfølgjande er fuktgjennomgang i prøvestykka etter regnbelastning dokumentert ved foto av baksida på prøvestykka, sjå tabell 2.7. Ved avslutta slagregnprøving er prøvestykka delt for å kontrollere kor langt inn i prøvestykke vatn har trengt inn og for å måle puss-tjukkelse. Også målte pusstjukkelse er gitt i tabell 2.7.

Prøver for måling av fuktinnhald i puss, synleg fuktig del av lettklinkerblokk og i tilsynelatande tørr del av lettklinkerblokk vart tatt ut for veging og tørking, når det var aktuelt. For prøver utan synleg fuktinntrenging er ikkje fuktinnhaldet målt. Fuktinnhald i dei ulike sjikta er gitt i tabell 2.6. I tabellen kan ikkje verdiane for fuktopptak i heile veggfeltet og fuktinnhald i dei ulike sjikta samanliknast direkte. Fuktopptak er registrert som vekttauke av heile prøvestykke i forhold til vekt før start slagregnprøving. Fuktinnhald målt etter prøving i ulike sjikt er i forhold til tørka prøver ved 105 °C til stabil vekt.

Tabell 2.6

Fuktopptak i veggfelt og fuktinnhald i ulike sjikt innover i veggfelta



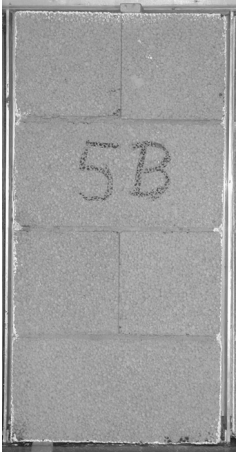






Prøve	Belastning	Fuktopptak i heile veggfeltet [vekt-%]	Fuktinnhald		
			Puss [vekt-%]	"Våt" del av blokk [vekt-%]	"Tørr" del av blokk [vekt-%]
5A	Slagregn	7,0	11,5	11,9	4,0
5B	"Dusjing"	3,5	-	-	-
5B med tynnpuss	Slagregn	1,5 ¹⁾	-	-	-
6A	Slagregn	5,8	7,9	12,2	5,0
6B	"Dusjing"	3,7	-	-	-
6B med maling	Slagregn	2,6 ¹⁾	-	-	-
7A	Slagregn	4,2	8,7	10,5	3,4
7B	"Dusjing"	4,4	-	-	-
7B med maling	Slagregn	2,6 ¹⁾	-	-	-

¹⁾ Det meste av vekttauken skuldast at lekkasjar på sidene av prøvestykka hadde gitt oppfukning av sjølve prøvestykka

Laboratorieprøvinga viste at alle pussprøvene gitt ei overflatebehandling i form av silikatmaling eller tynnpuss tålte slagregnpåkjeninga utan fuktgjennomtrenging i prøvestykket. Deling av prøvene viste at fukt hadde trengt knapt 1 mm inn i prøvene med silikatmaling. For prøva med Serpo 451 EF Rivputz var det ikkje mogleg å måle noko inntrengingsdjubde. Målt vekttauke i prøvestykka, tabell 2.7 skuldast i hovudsak lekkasjar på sidene av prøvestykka. Lekkasjane her oppsto på eit tidleg tidspunkt i prøveperioden og vart stoppa raskt.

Tabell 2.7

Fuktgjennomgang i prøvestykke utsett for regnbelastning i form av slagregn og "dusjing" før påføring av overflatebehandling og i form av slagregnbelastning etter påføring av tynnpuss/maling

Prøve nr.	Pussbehandling	Etter regnprøving		
		Slagregn før maling/tynnpuss	"Dusjing" før maling/tynnpuss	Slagregn etter maling/tynnpuss
5	1. sjikt: Serpo 261 EF (Optiroc) 2. sjikt: Serpo 261 EF (Optiroc) 3. sjikt: Serpo 451 EF Rivputz (Optiroc)			
	<u>Målt sjikttykkelse: Prøve 5A Prøve 5B</u> 1. sjikt: 4 mm 4 mm 2. sjikt: 4-5 mm 4-5 mm 3. sjikt: - 3 mm			
	<u>Fuktinntrenging etter slagregprøving:</u> Prøve 5A: 60 mm Prøve 5B: 0 mm			
6	1. sjikt: M-mørtel kl B (Optiroc) 2. sjikt: KC 35/65 (Optiroc) 3. sjikt: Serpo 303 Silikatfärg AZ (Optiroc)			
	<u>Målt sjikttykkelse: Prøve 6A Prøve 6B</u> 1. sjikt: 5-8 mm 5-8 mm 2. sjikt: 10 mm 10 mm 3. sjikt: - < 1 mm			
	<u>Fuktinntrenging etter slagregprøving:</u> Prøve 6A: 100 mm Prøve 6B: 0 mm			
7	1. sjikt: M-mørtel kl B (Optiroc) 2. sjikt: KC 35/65 (Optiroc) 3. sjikt: Serpo 303 Silikatfärg AZ (Optiroc)			
	<u>Målt sjikttykkelse: Prøve 7A Prøve 7B</u> 1. sjikt: 5-8 mm 5-8 mm 2. sjikt: 10 mm 10 mm 3. sjikt: - < 1 mm			
	<u>Fuktinntrenging etter slagregprøving:</u> Prøve 7A: 60 mm Prøve 7B: 0 mm			

3 Vurdering

3.1 Forhold vedrørende prøveprogrammet

Pussbehandlingane er i denne prøvinga utsette for tøff belastning. Konstant overtrykk på 750 Pa (orkan) i 36 timar er svært høgt over såpass lang tid. (Tilsvarende at veggfelt ligg horisontalt med 75 mm vatn på flata.) Såpass lang konstant regnpåkjønning som 36 timar er også strengare enn ved verkelege forhold. Meininga med denne prøvinga er å fange opp dei verst tenkelege situasjonar og å avdekke svakheter og forskjellar mellom dei ulike overflatebehandlingalternativa.

I laboratorieprogrammet som her er gjennomført, er berre eitt veggfelt pr. behandling prøvd. Individuelle variasjonar er derfor ikkje avslørte. For i størst mogleg grad å sikre at resultatata ikkje er forstyrre av andre forhold, er alle prøver kontrollert for eventuelle riss og andre lokale svakheter før og etter regnbelastning. Ingen svakheter i pussoverflatene er funne.

Prøveprogrammet omfattar få variantar. Berre to typar overflatebehandling på pussede flater er prøvde, ei silikatmaling og ein spesialpuss som tynnpuss. Begge frå same leverandør. Serpo 261 EF er ein kalksementpuss med vannavvisande tilsetningsstoff. På grunn av samansettinga krev pussen ein litt spesiell puss som sluttbehandling (Serpo 451 EF Rivputz). Silikatmalinga er påført to ulike underlag av tradisjonelle pussbehandlingar. Prøvinga vart gjennomført for å avdekke om det er mogleg å oppnå regntett puss ved kraftig slagregn-påkjønning gjennom så vidt enkle tiltak som maling eller påføring av ein tynnpuss. Prøvinga har ikkje tatt sikte på å avsløre forskjellar mellom ulike variantar av overflatebehandling. For eksempel er det grunn til å forvente kvalitetsforskjellar mellom silikatmalingar frå ulike produsentar. For å studere variasjonar burde silikatmalingar frå fleire produsentar vore prøvde.

3.2 Maling som sluttbehandling

Ved val av maling må type maling sjåast i nær samanheng med samansetting og kvalitet til pussen. Tidlegare erfaringar (Waldum 1992) viser at maling med lågare vanndamppermeans enn $2,0 \cdot 10^{-10}$ kg/(m²sPa) ikkje bør brukast. Grenseverdien tilsvarar ekvivalent luftlagstjukkelse (S_d -verdi) større enn 1,0 m. Grensa er også retningsgivande for samla malingsfilm etter ommaling av tidlegare malte fasadar. Alle uorganiske malingar er meir vanndampåpne enn grenseverdien gitt over. For rein kalkpuss og kalkrike sementpussar viser praktiske erfaringar og laboratorieforsøk at maling basert på uorganiske bindemiddel alltid bør velgast (Waldum 1992).

Silikatmaling på to tradisjonelle pussunderlag som KC 35/65 og KC 50/50, begge med M-mørtel kl B som grunningsjikt, gav ei regntett "pussbehandling" ved slagregnbelastninga dei vart utsette for i denne prøvinga. Kvande og Waldum (2002) har vist at tresjikts pussbehandling er nødvendig for å ha ein regntett puss ved kraftig slagregn. Prøvinga omhandla i denne rapporten viser at ei mineralsk maling som silikatmaling er å rekne som fullgodt tredje sjikt i ei tresjikts pussbehandling med tanke på regntetthet.

I dette prøveprogrammet er det berre sett på slagregntetthet. Ein viktig eigenskap som vanndamppermeans er ikkje målt for den aktuelle malinga. Produsenten oppgir imidlertid i teknisk datablad vanndampdiffusjonsmotstanden (S_d -verdi) til $< 0,1$ m ekvivalent luftlagstjukkelse. Dette samsvarer med erfaringar frå tidlegare målingar av vanndamp-permeans til silikatmalingar. Vanndamppermeans $> 20 \cdot 10^{-10}$ kg/(m²sPa), tilsvarande ekvivalent luftlagstjukkelse (S_d -verdi) $< 0,1$ m, er oppgitt for silikatmaling av Lindland og Madsø (1988).

3.3 Tynnpuss/slemming som sluttbehandling

Dette prøveprogrammet har, som nemnt, omhandla berre ein type tynnpuss som sluttbehandling. Serpo 451 EF Rivputs som sluttbehandling av tosjikts Serpo 261 EF har gitt regntett pussbehandling av lettklinkermurverk ved den slagregnpåkjenninga dei her er utsette for. Også tidlegare gjennomførte slagregnprøvingar utført ved Norges byggforskningsinstitutt har vist at fabrikkframstilte tynnpuss/slemmemørtlar kan vere effektive med tanke på regntetting av underlaget. Fabrikkframstilte tynnpussar/slemme-mørtlar er ofte tilsatt vannavvisande tilsetningsstoff. Som for maling gjeld at tynnpuss/ slemming ikkje bør vere for vandampette. Sluttbehandlinga må gi ei viss muligheit for uttørking av eventuelt vatn som kjem inn bak sluttbehandlinga. Samanlikna med maling er likevel problemomfanget mykje mindre. Dette skuldast at tynnpussen/slemminga normalt har større rissoverbyggande evner og er meir effektive som regnskjerm enn ein malingsfilm.

For den prøvde kombinasjonen Serpo 451 EF Rivputs som sluttbehandling av tosjikts Serpo 261 EF, gjeld at fastheita til sluttpussen er høgare enn hovudpussen. Dette er normalt uheldig. I ei tradisjonelt korrekt oppbygd pussbehandling skal fastheita minke utover i pussen. Når forholdet ikkje blir vurdert som fullt så kritisk her, skuldast det at materialprøvinga indikerte at sluttbehandlinga i dette tilfellet har relativt låg E-modul (dvs. er relativt elastisk). I tillegg er sluttbehandling påført i eit tynt sjikt.

4 Konklusjon

Den slagregnprøvinga som er omhandla i denne rapporten, er utført for å avklare kva effekt ei tynn sluttbehandling i form av ei silikatmaling eller ein tynn puss har på ein puss som ikkje er regntett. Laboratorieprøving av slagregntetthet er utført med mura veggstykke av lettklinkerblokker påført tosjikts pussbehandling. Prøveresultata viste at nemnte sluttbehandlingar gav regntette behandlingar. Resultata er interessante fordi dei viser at det er mogleg å oppnå ei regntett behandling med relativt enkle tiltak for puss med i utgangspunktet mangelfull regntetthet. Sjølv i slagregnrrike strøk er dette mogleg. Ein føresetnad for eit vellykka resultat er imidlertid at eksisterande puss har "riktig" mørtelsamansetting.

Effekten silikatmaling har som bidrag til vern ved kraftig slagregnpåkjenning har tidlegare ikkje vore dokumentert. Prøvinga viser at silikatmaling på to tradisjonelle pussunderlag som KC 35/65 og KC 50/50, begge med M-mørtel kl B som grunningssjikt, gav ei regntett "pussbehandling" ved slagregnbelastninga. Prøvinga har med andre ord vist at fullgodt vern mot sjølv kraftig slagregnpåkjenning er mogleg med ei riktig oppbygd tresjikts pussbehandling.

Også overflatebehandling i form av fabrikkframstilt tynnpuss på underlag av fiberarmert kalksementpuss gav regntett pussbehandling. Tidlegare erfaringar med fabrikkframstilt tynnpuss/slemming med vannavvisande tilsetningsstoff samsvarer med resultata frå denne prøvinga.

Det er i dette prøveprogrammet valt to ulike typar overflatebehandling av pussunderlag. Val av type sluttbehandling må alltid sjåast i nær samanheng med samansetting og kvalitet til eksisterande puss.

Litteratur

IPCC (2001)

Climate Change 2001, The Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge 2001.

Kvande og Waldum (2002)

Kvande, T. og Waldum, A. M. – *Erfaringar med puss som vern ved regnpåkjening. Delrapport frå prosjekt 9 i FoU-programmet "Klima 2000"*, Prosjektrapport 320, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo 2002.

Lindland og Madsø (1988)

Lindland, J. og Madsø, F. – *Balkonger. Skader, tilstandskontroll, vedlikehold, reparasjon. Anvisning 31*, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo 1988.

NBI-29/1983

NBI prøvemetode NBI-29 – *Mørtler. Tetthet mot slagregn*. Norges byggforskningsinstitutt, Oslo 1983.

NS 3104

Norsk Standard NS 3104 – *Mur- og pussmørtler. Prøving. Trykkfasthet og bøyestrekfasthet*. Norges Standardiseringsforbund, 1.utg., Oslo 1988.

NS 3106

Norsk Standard NS 3106 – *Mur- og pussmørtler. Prøving. Luftinnhold*. Norges Standardiseringsforbund, 1.utg., Oslo 1988.

NS 3107

Norsk Standard NS 3107 – *Mur- og pussmørtler. Prøving. Konsistens*. Norges Standardiseringsforbund, 1.utg., Oslo 1988.

NS 3109

Norsk Standard NS 3109 – *Mur- og pussmørtler. Prøving. Vannseparasjon*. Norges Standardiseringsforbund, 1.utg., Oslo 1988.

NS 3120

Norsk Standard NS 3120 – *Murmørtler. Egenskaper og klassifisering*. Norges Standardiseringsforbund, 1.utg., Oslo 1988.

NS-EN 1027

Norsk Standard NS-EN 1027 – *Vinduer og dører. Regntetthet. Prøvemetode*. Norges Standardiseringsforbund, 1. utg. Oslo 2000.

RegClim (2002)

www.nilu.no/regclim, (*RegClim* - Regional Climate Development Under Global Warming, sjå nettsidene, mars 2002).

Waldum (1992)

Waldum, A. M. – *Materialer for rehabilitering av eldre murfasader*, Anvisning 34, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo 1992.



Norges byggforskningsinstituttets forskningsprogram *Klima 2000 – Klimatilpasning av bygningskonstruksjoner*, retter søkelyset mot klimatilpasning av bygninger og bygningskonstruksjoner under strengere ytre klimabelastninger. Programmet vil pågå frem til utgangen av år 2005 og består av 14 ulike prosjekter. Programmets hovedmål er å utvikle og oppdatere løsninger for konstruksjoner som både gir økt bestandighet mot og økt pålitelighet ved klimapåkjenninger fra nedbør, vind, solstråling og temperatur. Hensikten er å definere klarere kriterier og anvisninger for prosjektering og utførelse av kritiske konstruksjonsdetaljer, hovedsakelig knyttet til bygningers ytre klimaskjerm.