

Utvending tilleggisolering av murhus

Det kan innledningsvis konstateres at ombygging og rehabilitering av landets eldre bebyggelse har blitt en viktig og omfattende del av landets samlede byggevirksomhet.

En vesentlig andel av denne virksomheten dreier seg om utbedring av gamle murgårder. Gårder som bør bevares ut i fra både nærmiljø/bymiljøbetragtninger og rene arkitektoniske verdier. Det være seg gamle historiske bygninger frem til etterkrigstidens boligblokker, hvor dagens krav til bomiljø og romklima gjør det nødvendig å utbedre eller eventuelt totalt ombygge husene. Ved slike arbeider vil ønsket om å minske bygningens energitap ofte være like stort som ønsket om en generell oppussing av dårlig vedlikeholdte fasader. Slik etterisolering er tradisjonelt blitt lagt på ytterveggen innside, men i den senere tid er det dukket opp systemer for utvendig etterisolering. Disse systemene er blitt utviklet og benyttet i andre land, ikke minst i Sverige. I vårt land er vi fortsatt på begynnerstadiet, men Mur-Sentret har igjennom sin svartjeneste registrert et behov for mer utførlig informasjon om metoder og arbeidsteknikker for utvendig tilleggisolering. Vi har derfor valgt å presentere en artikkel over dette emnet som i det vesentligste er basert på en særkursoppgave utført ved Institutt for husbyggingsteknikk våren 1981 av siv.ing. Trond Tandberg og siv.ing. Rune Almanning. I artikkelen presenteres de mest vanlig metoder, med vekt på oppbygging og materialer. Avslutningsvis vil, mer generelt, tekniske, estetiske og økonomiske aspekter ved metodene behandles, og det knyttes noen generelle kommentarer til den praktiske utførelsen av tilleggisoleringen.

Hvilke metoder kan benyttes ved utvendig tilleggisolering?

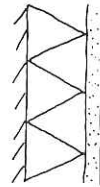
Det vil alltid være et valg om bygget skal tilleggisoleres utvendig eller innvendig, og begge utførelser vil

ha klare fordeler og ulemper. For utvendig tilleggisolering kan følgende fordeler fremheves:

- minimale kuldebroproblemer
- fasadeoppussing kombineres med tilleggisoleringen
- leieboerne må ikke flytte ut under tilleggisoleringen
- forbedrer det termiske innneklimaet
- faren for frostsprengning i den gamle murveggen elimineres.

Tradisjonelle pussmetoder baserer seg på en behandling av et fast underlag. Puss på tilleggisolering innebærer derimot at puss-sjiktet anbringes på et mykt og ettergivende underlag. I prinsippet kan de forskjellige løsningsmetoder inndelles etter hvordan kraftoverføringen er mellom puss-sjiktet og den opprinnelige veggen. I tilknytning til hver metodebeskrivelse presenteres de systemene som finnes på markedet for metodene.

Metode 1: (fig. 1)

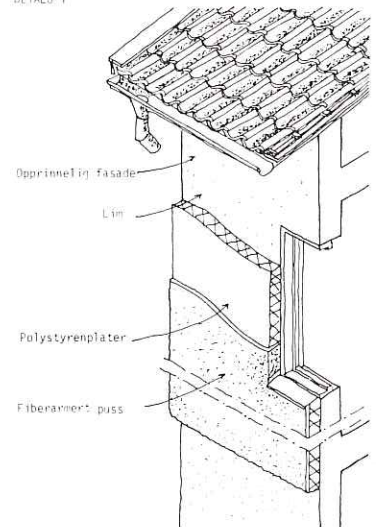


Kraften overføres gjennom vedhengskrefter til isolasjonen, det vil si at vi får et system som tilnærmet fungerer på samme måte som tradisjonell puss. Konstruksjonen utføres i hovedregel ved hjelp av polystyrenplater og glassfiberarmert pusslag. Isolasjonsplatene festes til den gamle veggen, v.h.a. forankringsbolter eller lim. Puss-sjiktet bæres gjennom vedhengskreftene til isolasjonsplatene. Systemets oppbygging tillater begrensede bevegelser i puss-sjiktet, og det vil derfor kunne oppstå strekkspenninger. Pussen har imidlertid relativt høy strekkfasthet, blant annet fordi den er armert med alkaliresistent glassfiber. Dette sammen med dilatajonsfuger i passende avstand, hindrer at skadelige sprekker oppstår. Metoden tillates anvendt som utvendig kledning på mur- eller betongvegger i branntrygge bygninger til og med fire etasjer. Godkjenningen er gitt på det vilkår at produsentens materialer og arbeidsbeskrivelse blir fulgt.

System:

Ispo-isolersystem. (Produsent: Snøland AB, Sverige, representert i Norge av Scanwall A/S, Bygdøy allé 14, Oslo 2.)

DETALJ 1



Detalj 1:

Polystyrenplater med densitet 20 kg/m³ leveres i tykkelser fra 20 - 100 mm. Platene limes til den gamle veggen ved hjelp av et sementbasert lim.

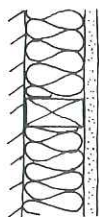
Dette krever at den gamle fasaden renses for løs puss, bom, maling, olje osv., slik at limet får godt feste. Ved riktig utførelse vil heftkapasiteten mellom lim og isolasjonsplate ligge på 3000 kp/m² (ref. produsent). Eventuelt brudd vil skje i polystyrenplaten, da heften til alle andre deler av systemet er større.

For forsterkning av alle ytterhjørner leveres spesielle plastbelagte, forsinkede stålprofiler.

Puss-sjiktet armeres med en alkaliresistent glassfiber som limes til isolasjonsplatene.

Pussarbeidet utføres med en kunstharpikspuss med marmor og kvartstilsetning. Pussen legges på i min. 3 - 4 mm tykkelse. Det tynne pusslaget medvirker til at det for Ispo-systemet kun legges bevegelsesfuger der den gamle fasaden er oppdelt.

Metode 3:



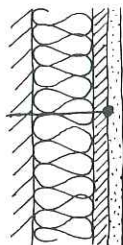
Et armert puss-sjikt festes til stendere med mellomliggende isolasjon. Egenvekten tas opp gjennom trestenderne som festes horisontalt til den opprinnelige veggen med ekspansjonsbolter.

Da forbindelsen mellom armering og stendere har relativt liten stivhet og kraftoverføringen mellom puss og stendere hindres av papp-sjikt, kan bevegelser opptas og faren for sprekker reduseres.

Med hensyn til brannsikring har det betydning for høyere hus at systemet inneholder brennbart materiale. Det må derfor tas kontakt med lokale brannmyndigheter før endelig løsning velges. Systemet vil i alle tilfeller kunne benyttes på hus inntil fire etasjer, da den isolerende puss er klassifisert som tungt antennelig materiale.

Likeledes vil trestendernes horisontale orientering, og det at de er omgitt av mineralull, gi liten medvirkning til spredning ved en eventuell brann.

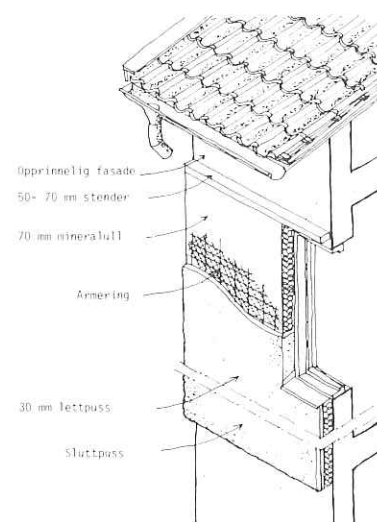
Metode 4:



Puss-sjiktet festes til en skive, for eksempel treullsementplater. Puss + skive festes så til opprinnelig vegg enten via stendere eller med punktvis innfesting. Isolasjons-sjiktet består av mineralull. Ved denne kombinasjonen utnyttes mineralullens gode isolasjonsevne med treullsementplatens gode egenskaper som underlag for puss.

Komponentene i systemet er ubrennbare utenom treullsementplatene som er «tungt» antennelige. Opprinnelig puss behøver ikke å bli fjernet til tross for sprekker og bom. Dette fordi forankringen går igjennom gammel puss og inn i eksisterende murvegg.

SYSTEM: G + R-metoden (Stråbruken AB, Stockholm. Ikke repr. i Norge.)

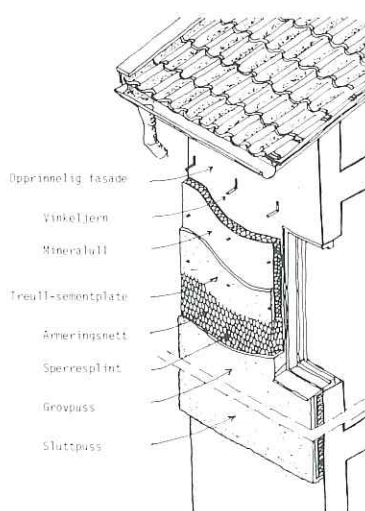


Detalj 5:

Trestendere festes horisontalt til gammel vegg med ekspansjonsbolter. Spiker med spesielt store hoder og avstandsklosser fester armeringen (matte Ø 2,5, 100/200 + hønsenetting) til stenderne.

Opprinnelig puss fjernes ikke til tross for forekommende sprekker og bom, da ekspansjonsboltene går inn i murverket i den gamle veggen. Isoleringen består av 70 mm mineralull + 30 mm letpuss (Rhodipor e.l.). Slutt puss utføres med vanlig pussmørtel klasse D (NS 3108).

SYSTEM: tm-metoden. (Informasjon ved Tråullplatefabrikarnas Försäljnings AB, Box 42013, Stockholm. Ikke repr. i Norge.)



Detalj 6:

Treullsementplater og puss-sjiktet festes til braketter som gir mulighet

for noe bevegelse i sjiktets plan. Braketten festes til eksisterende vegg med ekspansjonsbolter, og egenvekten av systemet tas opp ved konsollvirkning i braketten. Isolasjonen består av 80 - 120 mm steinull med densitet 80 kg/m³ + 20 mm treullsementplanter med densitet ca. 300 kg/m³.

Til armering benyttes sveisede rutenett Ø 1,1, 19/19.

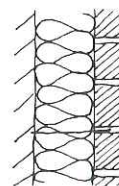
Ved hjørner og hvor spenningskonsentrasjoner kan forekomme forsterkes armeringen.

Pussen anbefales bygget opp i tre lag:

1. Ca. 5 mm grunnings-sjikt med KC 35/65/520 (mørtel-klasse C, NS 3108) som skal kastes på underlaget. Grunnings-sjiktet skal omgi og dekke armeringsnettet.
2. Ca. 10 mm grovstokking med KC 50/50/610 (mørtel-klasse D, NS 3108) som uttrekkes på veggen med Brett og skal fungere som et utjevnings-sjikt under slutt puss.
3. Sluttbehandling med tynn puss, slemming (mørtelklasse D) eller eventuelt maling. Overflatebehandlingen må ikke være for damptett, da dette vil kunne føre til avlassing av sjiktet. Det bør derfor benyttes behandlinger på sementbasis. Oljemalinger må aldri brukes og heller ikke rene plastprodukter.

Det brukes med andre ord relativt svake mørtelblandinger til pussebehandlingen, først og fremst for å unngå eventuelle svinnsprekker, og med noe sterkere mørtel i grunnings-sjiktet som omgir armeringen enn i puss for øvrig.

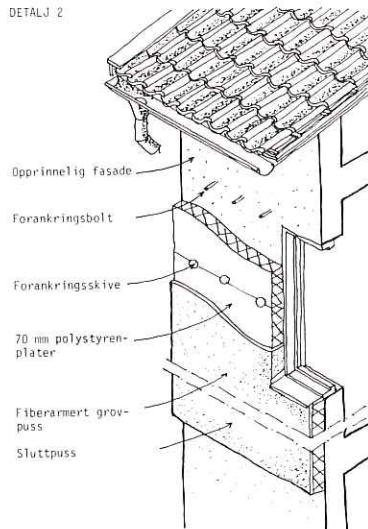
Metode 5:



Det mures opp en ny vange av tegl, lettklinkerblokker, betonghullblokker etc., og det nye hulrommet isoleres. Ytterveggen slemmes, pusset eller står ubehandlet i fuget utførelse (tegl). Egenvekten av den nye vangen må tas opp i ny støpt sokkel eller med vinkelstål i bunn av muren. Vangen forankres til den bakenforliggende veggen med binde.

SYSTEM: Varmotex (Skandinaviske Byggprodukter AB, Stockholm. Ikke repr. i Norge)

DETALJ 2

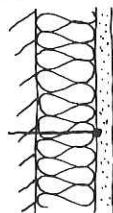


Detalj 2: Systemet skiller seg fra foregående ved at egenvekt og vindbelastning tas opp ved hjelp av spesielle forankringsbolter. Produsenten foreskriver 3 stk. pr. m². Bolten styres ytterst med skiver med diameter lik 80 mm, slik at polystyrenplatene holdes inntil opprinnelig vegg.

Skivene tildekkes med nylonplater for å motvirke lokal påvirkning av puss-sjiktet. Opprinnelig puss behøver ikke hugges av selv om det forekommer sprekker og bom.

For å oppnå maksimal isolasjonsevne tettes spalter mellom opprinnelig vegg og polystyrenplater og skjøter med skum (Isocell eller tilsvarende). I systemet benyttes det vanlig sementmørtel til pussarbeidet.

Metode 2:



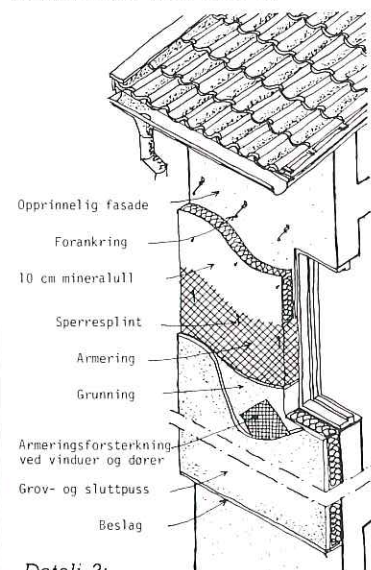
Puss-sjiktet bæres av spesielle pussinnfestinger som punktvis overfører kraften til den opprinnelige vegg.

Avhengig av innfestingenes stivhet medvirker isolasjonen i større eller mindre grad i kraftoverføringen. Systemene på markedet benytter seg av tunge steinullmatter i isolasjonslaget. Den mekaniske forankringen varierer noe fra system til system, men medvirker til at opprinnelig puss kan bli stående til tross for sprekker og bom.

Systemene er relativt uberørt av ujevnheter i overflaten av opprinnelig vegg fordi isolasjonsplatene fyller disse ut. Samtlige komponenter i systemet er ubrennbare.

SYSTEM:

Serporock. (Utvikling: Ernström & Co. AB, Sverige. Salg og produksjon i Norge, Arne Gaarud A/S, Østre Akerv. 207, Oslo 9.)



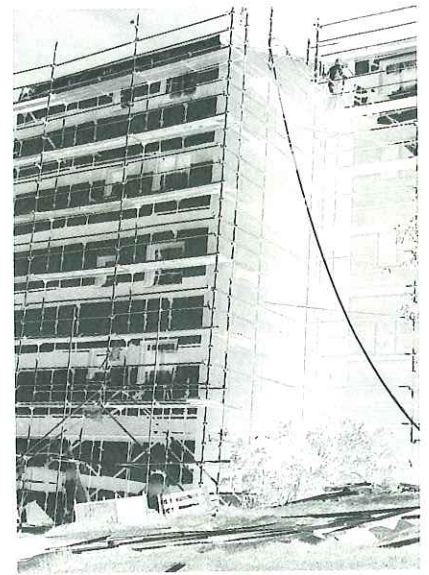
Detalj 3:

Egenvekten av pusslaget tas opp av patenterte forankringsbeslag med vinkelstilte forankringstråder festet til beslaget. Beslaget festes til den opprinnelige veggen med ekspansjonsbolter.

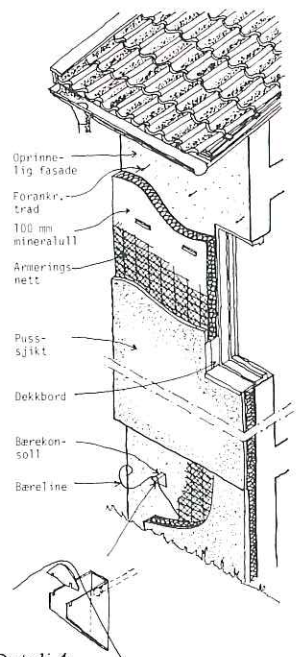
Bevegelige bindere medfører at puss-sjiktet kan bevege seg i forhold til den opprinnelige veggen, og strekkspenninger grunnet temperatur- og fuktbevegelse blir redusert. Binderne blir kraftoverførende etter en liten nedadrettet bevegelse av puss-sjiktet med påfølgende sammenpressing av isolasjonen.

Armeringsmattene, et varmfor-sinket sveiset rutenett, låses fast med en sperresplint gjennom binderøyet.

Pusslaget bygges opp i tre lag, grunning, grov- og slutt puss. Det skal gå minst to døgn mellom hvert sjikt. Produsenten foreskriver «Serporock grunningsmørtel» til grunningen, grovpussen utføres med «Serpoterm grovpuss», mens sluttbehandlingen utføres med en Serpoterm tynnuss. Total pusstykkelse vil da bli ca. 25 mm. Det bør plasseres dilatasjonsfuger med 12-15 m avstand og ved tilslutning til vinduer o.l. For å lette arbeidet i vindussmygene tilbys det et justerbart beslag til utfylling i smyget.



SYSTEM: AJ-metoden (Johnson Ingenjörbyrå AB, Stockholm. Ikke repr. i Norge)

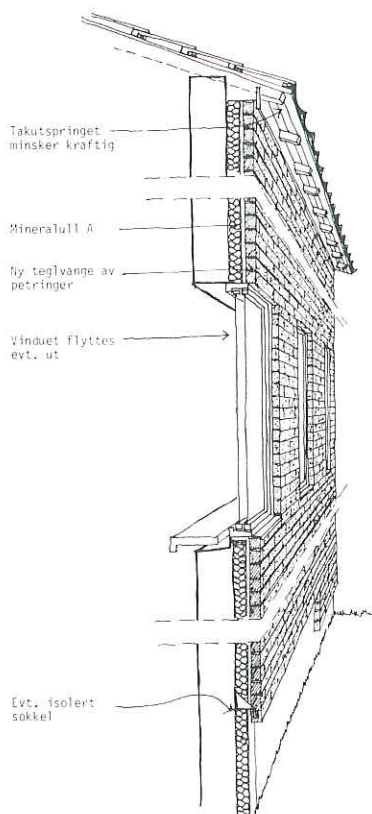


Detalj 4:

Systemet skiller seg fra Serporock ved forankringsmetoden. Puss-sjiktets egenvekt tas opp ved sokkelen via konsoller. Mellom konsollene er det trukket en bærelsne.

Puss-sjiktet legges tykkere (ca. 45 mm) og armeres kraftigere ved sokkelen. Armeringen for øvrig består av armeringsmatte Ø 2,5 - C 100 horisontalt og C 200 vertikalt + hønsenetting. Innfesting skjer med forankringstråder gyst fast i opprinnelig vegg. Rørlighet av puss-sjiktet i dets plan blir ikke hindret slik at faren for sprekkannelser reduseres. Pusslaget utføres på tradisjonelt vis med vanlig sementmørtel (KC eller MC).

SYSTEM: 1/4-steins teglvange
(mesterpetring format 228 x 55 x 62)



Detalj 7:

I systemet er det tenkt brukt petringformat i den nye teglvangen. Ved andre tilfeller vil det være like naturlig å benytte fasadetegl i normalformat. (Gir tykkere vegg, men lavere pris pr. stein.)

Kledningen mures opp på et bærende underlag. Det må støpes ny sokkel eller brukes vinkelstål som opplegg. Betongsokkelen forankres til den gamle grunnmuren med eksempelvis innskutte bolter. Vinkelstålets innfesting er avhengig av veggens høyde og beskaffenhet. I vegger med dårlig feste må det brukes ekspansjonsbolter.

Av hensyn til temperaturvariasjoner må vinkelstålet deles opp i lengder på 3–4 m. Et alternativ til å la vinkelstålet gå rundt hele fasaden, er å benytte kortere vinkelstålkonsoller. Over eller under disse legges det opp spennarmerte tegldragere. Det må settes store krav til vinkelstålets bestandighet mot rust og korrosjon.

Teglvangen forankres til bakenforliggende vegg ved hjelp av ekspansjonsbolter (eventuelt innskyting av øyebolter) og ferdig tilbøyde stålbindere Ø 4 mm. Antall forankringspunkter dimensjoneres etter opptredende laster (trykk, sug).

Viktige momenter for utførelsen og metodenes holdbarhet

1. Utførelse

Det må kunne fastslås at erfaringen i Norge med utvendig tilleggisolering av murhus er sparsomme, og at vi foreløpig mangler kvalifiserte fagfolk til dette arbeidet. Systemene vi her har presentert kommer da også fra vårt naboland Sverige, hvor man har benyttet disse systemene over lengre tid. Der finner en også autoriserte puss-entreprenører, organisert gjennom Svenska Pussentreprenørforeningen, med erfaring fra denne type arbeid. Svenskene har etter hvert luket ut barnesykdommene og stadig forbedret metodene og detaljene, slik at pussbehandlingen i dag er anerkjent og benyttes i økende grad. Problemet her hjemme vil nok derfor hovedsaklig bli å få tak i utførende med erfaring.

Pussbehandling utenpå lette isolasjonsmaterialer uten nevneverdig varmekapasitet og temperatur-utjevneffekt, vil være særlig følsom for raskt skiftende lufttemperaturer sammenlignet med puss på massive, tunge underlag av mur eller betong som gir betydelig demping av luftens temperatursvingninger. Pusslaget kan derfor bli raskt nedkjølt ved synkende lufttemperatur. Pussbehandlingen bør derfor ikke utføres senhøst eller når det kan være fare for frost i luften, eksempelvis nattefrost.

Fersk puss vil ha et relativt høyt innhold av fritt vann i porene (overskuddsvann fra utblandingen). Ved frostpåkjenning vil porevannet fryse til is med medfølgende sprengvirkning og ødeleggelse av hele puss-sjiktets struktur før mørtelen har oppnådd tilstrekkelig herdning og fasthet. Resultatet vil være at pusslaget drysser av ved lett berøring.

Vinduer

Når det først er valgt å gå så omfattende til verks som å tilleggisolere fasaden, vil det i de fleste tilfeller også være aktuelt å skifte vinduer. Vinduene kan da enten plasseres i det opprinnelige vegglivet, eller de kan flyttes ut i det nye fasadelivet. Ved plassering i det opprinnelige vegglivet oppstår det en sterk nisje-effekt (hull i fasaden). Ønskes denne effekten redusert, kan det



males en vindusomfatning i en lysere (hvit) farge enn veggen for øvrig (se bilde). Det er også viktig at den nye pussen ikke har kontakt med den gamle veggen i vindusnischen. Relative bevegelser vil da gi oppsprekking i vindussmyget.

Takfot

Ved tilleggisolering vil takutspringet minke med minst 10–12 cm. I tilfeller der takutspringet fra før er lite, kan dette skape problemer. Det må da vurderes å bygge ut, slik at det gir tilstrekkelig beskyttelse mot regn og derav vanninntrengning i isolasjon og det nye puss-sjiktet.

Sokkel

En sokkel kan enten isoleres på lik linje med fasaden ellers, eller den kan forbli uisolert. Ved en uisolert sokkel vil det oppstå en skarp kant mellom fasade og sokkel. Denne vil være svært utsatt for slag og støt, og bør derfor utføres med dette i tankene. En isolert sokkel vil være utsatt for slag og støt i marknivå. Sokkelen bør derfor gis et ekstra tykt pusslag.

Dilatasjonsfuger

Puss-sjiktet skal gis muligheter til å kunne bevege seg fritt i smyg, ved balkonger, ventiler, vinduer, inngangspartier etc. Dilatasjonsfuger må derfor anbringes overalt hvor det nye puss-sjiktet avsluttes mot den gamle bygningen. I hovedregel bør også store flater deles opp både vertikalt og horisontalt for hver 10–15 m.

2. Spenninger og deformasjoner

Deformasjoner grunnet puss-sjiktets egenvekt vil for de fleste innfestingsmetodene bli svært små. Det er kun i de tilfeller at innfestingen er leddet til den opprinnelige veggen det kan oppstå bevegelser av noen

betydning. Bevegelsene kan imidlertid holdes innenfor akseptable grenser ved hjelp av følgende faktorer:

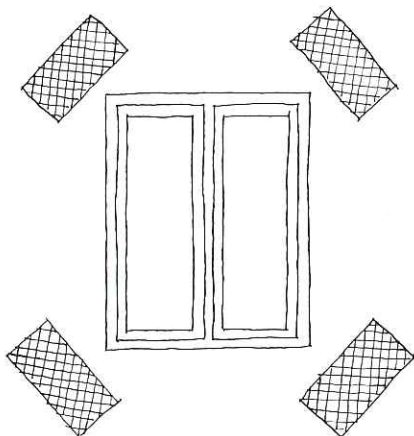
- puss-sjiktets egenvekt
- antall forankringer pr. m²
- forankringens initialvinkel
- isolasjonsmaterialets stivhet.

Kort etter at herdningen i pussen er begynt inntreter det et varig svinn i pussen. Mye tyder på at dette første svinnet er av stor betydning for sprekkfaren. Svinnet størrelse bestemmes av pussens sammensetning og fuktforholdene etter at herdningen har startet. Dersom pussen hadde fått svinne fritt, ville det ikke ha oppstått sprekkfarer. Innfestingene hindrer derimot dette og faren for sprekkdannelse oppstår.

Temperaturvariasjoner kan også gi opphav til deformasjoner og sprekkdannelse, eksempelvis ved ujevn oppvarming av fasaden. En del av fasaden kan være solbelyst, mens en annen del ligger i skyggen. Lysabsorpsjonsfaktoren for en pusset flate bør være så liten som mulig. Lyse farger bør derfor benyttes. Dessuten kan en soloppvarmet fasade plutselig bli avkjølt gjennom en regnskur slik at det oppstår plutselige bevegelser i puss-sjiktet. På grunn av puss-sjiktets lave strekkfasthet er det urealistisk å tro at det kan oppnås en pussoverflate fri for sprekker. Av hensyn til de estetiske krav, slagregn, lufttetthet og varmeisolering, bør det derimot stilles krav til sprekkens maksimale størrelse.

For å unngå «skadelige» sprekker kan man i prinsippet tenke seg følgende tiltak:

- Puss-sjiktet tillates å røre seg fritt i forhold til den opprinnelige veggen.



- Spenninger kan tillates å bygges opp dersom pussen gir tilstrekkelig strekkfasthet, for eksempel ved bruk av fiberarmering.
- Fornuftig plassering av dilatasjonsfuger.
- Det sikres en jevn sprekkfordeling ved bruk av armeringsnett. I tillegg medvirker armeringen til at pussen får tilstrekkelig mekanisk styrke.
- Et veggfelt vil alltid bli oppdelt vertikalt og horisontalt grunnet fasadens forskjellige åpninger. Ved vindushjørner etc. vil spenningskonsentrasjoner oppstå, og faren for sprekker øker. Det bør derfor legges inn ekstra armering på slike steder (se fig.).

Selv om strekkspenninger er det største problemet, vil det selvfølgelig også oppstå trykkspenninger. Svelling og temperaturøkning er fortrinnsvis opphav til dette. Da pussen har forholdsvis stor trykkbruddtøyning er faren for rent trykkbrudd relativt liten. Utknekning av pussen kan imidlertid tenkes. Det er derfor svært viktig at puss-sjiktet forankres forsvarlig til bakenforliggende veggkonstruksjon. Vindlast og temperatursvellingene er dimensjonerende for antall forankringspunkter og valg av bindere. Systemproduzentenes anvisninger bør følges nøye!

3. Fukt

Ved utvendig tilleggsisolering vil veggens opprinnelige fuktbalanse forandres og derav kan fuktproblemer oppstå.

Kondens

Utvendig tilleggsisolering medvirker til at den opprinnelige veggen i sin helhet blir oppvarmet. Kondens i denne kan derfor utelukkes. Overgangen mellom puss og tilleggsisolering vil teoretisk sett være utsatt for kondensproblemer. Normalt vil det imidlertid bli så små vannmengder som kondenseres at dette ikke bør være noe stort problem. Materialene er stort sett motstandsdyktige mot vann, slik at vannet fordampes uten å gjøre skade.

Slagregn

Ved slagregn kan puss-sjiktet få et meget høyt fuktinnhold. Fuktinnholdet i pussen må avgis ved dampdifusjon, som er en langsom prosess. Pussen vil derfor kunne stå våt også ved en overgang regn-kuldepe-

riode. Frostbestandigheten til puss-sjiktet er derfor av stor betydning. Materialet må tåle en utvidelse i vannet som fryser uten at sprengning oppstår. I Sverige tyder tidligere forsøk på at dette ikke er noe problem. Det er likevel mulig at vårt noe mer varierte klima kan gi problemer i enkelte landsdeler, men foreløpig savnes erfaringsdata.

4. Mekaniske egenskaper

Støt og slag

Puss på tilleggsisolering innebærer at et stivt puss-sjikt anbringes på et mykt underlag. Følsomheten overfor støt og slag vil derfor være betydelig. Faren for skader vil selvsagt være avhengig av pussens tykkelse. På spesielt utsatte steder bør puss-sjiktet forsterkes ved å legge på et ekstra tykt lag.

Innfesting

Puss og tilleggsisolering gir dårlig feste for spiker og skruer. Innfesting av taknedløp og andre tyngre ting bør derfor løses ved hjelp av detaljløsninger slik at innfestingen skjer til den opprinnelige veggen.

Hva koster en utvendig tilleggsisolering?

En utvendig tilleggsisolering med ny fasade samt eventuelt bytte av vinduer er store investeringer som bør sees på som deler av en lang opprustningsplan for et bygg. Ved å investere i tilleggsisolering oppnås årlige energibesparinger under hele investeringsens levetid.

Ved en bedømmelse av investeringslønnsomhet må kostnadene for investeringene på ett eller annet vis stilles i relasjon til nytten man har av den. Lønnsomheten vil være avhengig av mange faktorer, og det vil naturligvis være vanskelig å sette opp en grunnverdi for når tilleggsisolering vil være regningsvarende.

Bedømmelsen av lønnsomheten kan måles ved hjelp av en investeringskalkyle. Vilkalet for lønnsomhet kan etter «nåverdimetoden», som også kalles kapitalverdimetoden, uttrykkes som:

$$V = A - G$$

hvor

G = Investeringskostnad

A = nåverdien av investeringens fremtidige nettoavkastning (energisparing)

V = investeringsens kapitalverdi.

Vilkåret for lønnsomhet blir da at nåverdien av investeringens fremtidige nettoavkastning (energisparring) er større enn investeringens kapitalverdi. ($A > G$).

På grunnlag av dagens høye energipriser ser vi at en meget viktig faktor for lønnsomheten er det vi kan kalle energispare-effekten. Energispare-effekten øker i sin tur med forbedringen av veggens k-verdi og avhenger av blant annet følgende:

1. Jo dårligere den opprinnelige isoleringen er, desto større blir energispare-effekten.
2. Jo kaldere klimaet er (stort grad-dagtall), desto større blir energispare-effekten.

Kostnadene for isoleringsmetodene med pusset fasade ligger i dag i hovedregel høyere enn for tilsvarende platekledning og teglvange. Svenske undersøkelser har vist at forholdet mellom totalkostnadene pr. m² isolert fasade er:

platekledning:	1,00
teglvange:	1,20
pusset:	1,45

Pussmetodene befinner seg fortsatt på et utviklings-stadium. De medfører for en stor del rent håndverksmessig arbeid, slik at arbeidslønn blir en forholdsvis stor del av systemets kostnader. Det er rimelig å tro at disse kostnadene vil reduseres etter hvert som en metode blir innarbeidet og rasjonalisert.

De store kostnadene medfører at utvendig tilleggisolering i første rekke blir aktuelt når fasaden likevel må oppusses. Fra den totale kostnaden for isolasjon og fasadematerialet bør det da trekkes fra den del som kan tilskrives husets normale vedlikehold, og som av den grunn skal gå inn under driftsbudsjettet.

I enkelte tilfeller vil også en etterisolering med pussbehandling være eneste mulige løsning til å oppnå et tilfredsstillende resultat. Vi tenker eksempelvis på pussede bygninger i bevaringsverdige bymiljøer, hvor etterisolering er påkrevet for å tilfredsstillende normale bokrav.

Faller valget på en total tilleggisolering er det godt å vite at sy-

stemene finnes og at vårt naboland Sverige kan vise til mange meget vellykkede eksempler.

EM

Litteratur:

1. *Utvendig tilleggisolering av pusset murverk - særkurs av Trond Tandberg og Rune Almenning, Institutt for husbyggingsteknikk, NTH 1981*
2. *Puts på tilleggisolering - Bengt Elmarsson, Statens råd for byggnadsforskning, Stockholm 1979*
3. *Puts på tilleggisolering - Elmarsson, Nevander, Institutt for byggnadsteknikk, rapport TVBH-3001, Lund 1978*
4. *Puts som ytskikt på mineralull og cellplast - F. Hagmann, BFR, rapport 8, Stockholm 1978*
5. *Nordisk Murverkssymposium - juni 1978, Mur-Sentret*
6. *Diverse brosjyrer fra systemleverandørene.*