



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R8:1978

**Puts som ytskikt på
mineralull och cellplast**

En kunskapsinventering

Folke Hagman

Subbu

Byggforskningen

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

R8:1978

PUTS SOM YTSKIKT PÅ MINERALULL OCH
CELLPLAST - EN KUNSKAPSINVENTERING

Folke Hagman

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760021-7
från Statens råd för byggnadsforskning till Folke Hagman,
Skövde

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FÖR VÄG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

Nyckelord:

fasader
puts
tunnputs
plastputs
putsunderlag
mineralull
skumplast
utvändig isolering
tilläggsisolering

UDK 693.6
69.022.3

R8:1978

ISBN 91-540-2801-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1978 850271

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	SID
1	INTRODUKTION 5
2	INVENTERING - METODIK 7
3	TEKNISK BAKGRUND 8
3.1	Vilka konstruktioner? 8
3.2	Problemorientering 8
4	PUTS PÅ MINERALULL 11
4.1	Anknytning till tidigare putstradition .. 11
4.2	Putsade regelhus ("Granholmshusen") 11
4.3	Fasadidé för höghus (1958) 14
4.4	Nya laboratorie- och fältförsök (1961) .. 15
4.5	Tilläggsisolering - fältförsök (1965) ... 17
4.6	Systemutveckling i Sverige 18
4.7	Provning av stålfiberarmerad sprutbetong på mineralull 21
4.8	Putsade väggar på stomme av plåtprofiler 22
4.9	Läget utomlands 23
5	PUTS PÅ CELLPLAST 25
5.1	Reserapport Västtyskland 1966 25
5.2	Studieresa Västtyskland 1976 25
5.3	Metod- och lägesbeskrivning 28
5.4	Funktionsaspekter 29
5.5	Läget i Sverige 30
5.6	Mineralisk puts på cellplast 32
6	ÖVRIGA METODER 35
6.1	Puts på träull/mineralull (typ 3) 35
6.2	Fogfri ytbehandling på skivunderlag 35
6.3	Värmeisolerande puts 36
7	SAMMANFATTANDE LÄGESBEDÖMNING 37
7.1	Puts på mineralull 37
7.2	Puts på cellplast 38
	OBJEKT FÖRTECKNING 40
	LITTERATUR 41
	BILAGOR 44-49

1 INTRODUKTION

En bakgrund till föreliggande undersökning ger följande citat ur förordet till en tidigare forskningsrapport (Hagman,1969).

"Byggnader representerar betydande investeringar och realvärden,ofta också miljövärden.Mot den bakgrunden framstår det som angeläget att undersöka möjligheterna att förbättra befintlig bebyggelse,i syfte att göra denna mer driftekonomisk och tidsenlig och därmed utnyttjbar under längre tid.

Sådan förbättring kan ske i samband med fasadrenovering. Nya typer av isolervaror har gjort det tekniskt möjligt och ekonomiskt motiverat att i större omfattning förbättra den befintliga bebyggelsens isolertekniska standard.Samtidigt erbjuder nya typer av fasadmaterial ökade valmöjligheter när det gäller fasadutformningen.

Byggnadsuppvärmning svarar för inemot hälften av landets totala energiförbrukning.Dess samhällsekonomiska betydelse är dock större än vad som framgår av importsiffror och förbrukningsstatistik.Nationalkontot för uppvärmning bör debiteras avsevärda kostnader för externa effekter i samband med uppvärmning:resursförbrukning,belastning av bytesbalansen,naturexploatering samt förorening av mark, vatten och luft.Från den synpunkten är byggnaders värmeekonomi inte bara en fastighetsekonomisk angelägenhet."

I den citerade rapporten redovisas ett antal typkonstruktioner visande tilläggsisolering i kombination med olika fasadbeklädnader,däribland även ett par konstruktioner med puts.

Fram till energikrisen (1973) var intresset för tilläggsisolering tämligen ringa i vårt land.Men det har därefter ökat, i takt med stigande energikostnader och tillkomsten av statliga stödåtgärder för bättre energihushållning.

Puts som fasadmaterial i samband med tilläggsisolering har hittills kommit till användning vid enstaka objekt och provhus i samband med metodutveckling.Inventeringen har emellertid visat att försök med putsning på mineralull påbörjades i vårt land redan i början av 50-talet.Det gällde då mineralullsisolerade regelväggar i samband med nyproduktion.Metoden ifråga byggde på erfarenheter från USA (Granholm,1946).Den tillämpades här under några år men endast på ett fåtal objekt.

Något senare,i början av 60-talet,utfördes en ganska omfattande serie försök med användning av mineralisk puts på cellplast. Någon uppföljning med fältundersökningar synes dock inte ha kommit till stånd.

I Västtyskland utvecklades redan under 50-talet en metod för

utvändig tilläggsisolering med cellplast och plastbaserad tunnputs. Detta förfarande har under hand fått allt större användning, även i angränsande länder. Metoden torde numera få betraktas som etablerad med vissa restriktioner betingade av brandskyddstekniska bestämmelser.

Under de senaste åren har betydande insatser gjorts av mineralullstillverkarna i samverkan med putsföretag i syfte att söka utveckla metoder för putsning på mineralull. Det har närmast skett med tanke på användning av puts i samband med förbättring av befintlig bebyggelse. Men givetvis syftar försöken till att även få fram utföranden som är lämpliga i samband med nyproduktion.

En faktor som bidragit till att stimulera detta utvecklingsarbete torde vara önskan att i samband med tilläggsisolering kunna bevara fasadkaraktären hos äldre, tidigare putsad bebyggelse.

2 INVENTERING. - METODIK

Uppdraget avser inventering av forskning, metoder och erfarenheter rörande användning av puts som fasadbeklädnad på högisolering material, i första hand mineralull och cellplast. Följande möjligheter till kunskapsinventering har utnyttjats:

- 2.1 Brev till ett 30-tal utländska forsknings- och dokumentationsorgan bl a sådana med anknytning till det internationella byggforskningsorganet (CIB). Ett 10-tal av dessa har svarat. I vissa fall har man föreslagit nya kontakter.
- 2.2 Litteraturundersökning genom Byggdok, kompletterad med egen efterforskning.
- 2.3 Kontakter med svenska tillverkare av isolermaterial och puts samt putsentreprenörer.
- 2.4 Kontakt med myndigheter och institutioner vad gäller bl a brandskyddskrav.
- 2.5 Studium av utförda provytor och byggnadsobjekt.
- 2.6 Studieresa till Västtyskland.
- 2.7 Deltagande i putssymposium vid LTH samt symposium i Helsingfors rörande fasadfunktioner (RILEM/ASTM/CIB, 1977).

Sammanfattningsvis kan konstateras att erfarenheter rörande metoden med cellplast + plastbaserad tunnputs finns redovisade i ett flertal artiklar, provningsprotokoll och firmabroschyrer. Däremot saknas nästan helt publicerad information rörande problematik och erfarenheter i samband med putsning på mineralull.

3 TEKNISK BAKGRUND

3.1 Vilka konstruktioner?

Undersökningen avser "Puts som ytskikt på mineralull och cellplast". Den syftar närmast på principkonstruktioner enligt typ 1, 2, 5 och 6 (FIG.1). Det som karakteriserar ämnesområdet är utvändig isolering kombinerad med fogfri fasadbehandling (till skillnad från vid tilläggsisolering gängse fasadbeklädnad med skivor, plattor eller paneler). Med sistnämnda något vidgade definition skulle också utföranden enligt typ 3, 4 och kanske även 7 kunna ingå i undersökningen. Med tanke härpå har det ansetts motiverat att relativt kortfattat beröra även dessa metoder.

3.2 Problemorientering

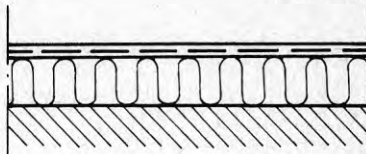
Isolerande fasader av ifrågavarande typ (isolering+puts) bör uppfylla vissa funktions- och kvalitetskrav. Det gäller ifråga om t ex täthet, vidhäftning, hållfasthet, isolering och färgbeständighet. För att kraven skall kunna uppfyllas och skador undvikas måste egenskaperna hos de olika fasadkomponenterna (isolering, armering etc) anpassas inbördes, till väggens stomme och till förekommande påkänningar (TAB.1).

Armeringen måste t ex kunna ta upp och fördela spänningar och därmed minska risken för sprickbildning. Förankringselementen måste varaktigt kunna överföra putslasten till väggens stomme. Fästelementen måste samtidigt hålla för påkänningar i samband med rörelser i putsskiktet betingade av temperatur- och fuktvariationer. Putsens ytskikt bör ge skydd mot vatteninträning vid regn men samtidigt medge uttorkning (transport av vattenånga). Putsarmeringen måste vara resistent mot korrosion (metallnät) och kemiska angrepp (glasväv).

TILLÄGGSISOLERING MED FOGFRI FASADBEHANDLING

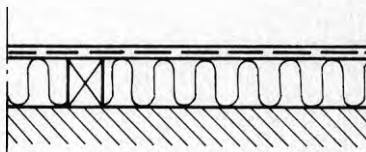
TYP 1

Armerad mineralisk puts
Mineralull (heltäckande)



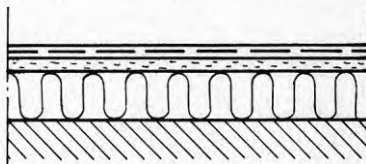
TYP 2

Armerad mineralisk puts + papp
Mineralull (mellan reglar)



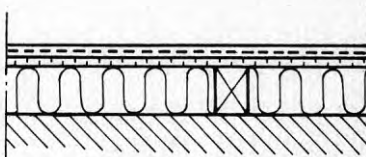
TYP 3

Armerad mineralisk puts
Träullsplatta 2 cm
Mineralull (heltäckande)



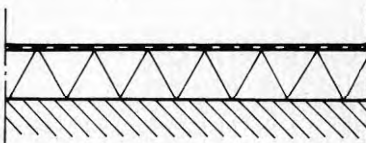
TYP 4

Glasfiberarmerad fasadbehandling
Gipsskiva eller liknande
Mineralull (mellan reglar)



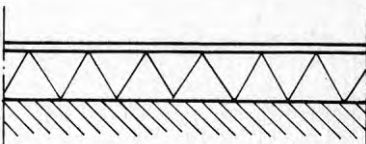
TYP 5

Glasfiberarmerad, plastbaserad puts
Cellplast (mineralull)



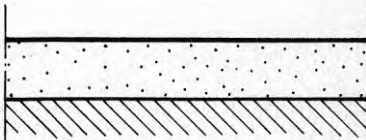
TYP 6

Mineralisk puts (ev armerad)
Cellplast (heltäckande)



TYP 7

Ytbehandling
Isolerande puts (exp. polystyren)



TABELL 1. Fasadsystemet och dess skilda komponenter utsätta för olika slag av påkänningar som kan medföra skador och kvalitetsförsämring. Den schematiska redovisningen avser inte visa samband mellan viss påkänning, komponent och skada.

PÅKÄNNING	FASADKOMPONENT	MÖJLIG SKADA
Initialkrympning ^a	Isolering Armering Förankring Puts Ytskikt	Sprickor
Temp.växlingar		Putsnedfall
Sättningar		Avflagnig
Regn o. vind		Missfärgning
UV-strålning		Fuktansamling
Kemiska angrepp ^b		Sämre isolering

^a Gäller cementhaltigt bruk i samband med bindande och cellplast under tiden närmast efter tillverkningen.

^b T ex spjälkning (förtvålning) av vissa organiska bindemedel i ytskikt genom inverkan av alkalisk puts.

Vid putsning direkt på mineralull och cellplast med mineraliskt bruk är förutsättningarna väsentligt andra än vid putsning på murverk av tegel eller gasbetong. Dessa material har relativt god vattensugande och vattenhållande förmåga. Mineralull (plastbunden) och cellplast (polystyren) kan däremot karakteriseras som vattenavvisande material.

Men skillnaden är stor också mellan de båda slagen av isolermaterial ifråga om vissa andra materialegenskaper. Det gäller bl a ifråga om hållfasthet, genomsläpplighet för vattenånga, förhållande vid termiska påkänningar och brand. Isolermaterialets speciella egenskaper måste beaktas såväl vid konstruktiv uppbyggnad som vid val av puts kvalitet och appliceringsförfarande.

4 PUTS PÅ MINERALULL

4.1 Anknytning till tidigare putsstradition

Mineralull innehåller ca 97 vol.-% luft. Det ligger nära till att uppfatta putsning på sådant högporöst material som en utveckling av äldre metoder för putsning på fritt hängande armering m a o som putsning mot luftskikt. Exempel på sådana metoder är rabbitzputs och monierputs. Som putsbärande armering används därvid sträckmetall eller svetsat armeringsnät ev kombinerat med förzinkat trådnät.

I USA tillämpades denna princip allmänt redan under 30- och 40-talen vid putsning av regelväggar isolerade med mineralull. Metoden studerades av E. Friberger, Hjalmar Granholm och Ewert Strokirk under en gemensam studieresa till USA 1946. Erfarenheterna samlades senare i en rapport (H. Granholm, 1946). De ledde så småningom till introduktionen av nya stomkonstruktioner för småhus i vårt land. Inom dåvarande statens byggnadslånebyrå, sedermera bostadsstyrelsen, utvecklades sålunda det regelsystem som succesivt kom att undantränga trähusens ytterväggar av bärande plank. Resultatet blev ytterväggar med bättre värmeisolering och mindre träåtgång. Själv engagerade sig Hjalmar Granholm med sedvanlig entusiasm i utveckling och anpassning av putsfasaderna till svenska förhållanden.

4.2 Putsade regelhus ("Granholmshusen")

4.21 Experimenthus i Iorpa (1950)

I Göteborg byggdes 1949-50 ett enfamiljshus (Vändgatan 2) där man tillämpade erfarenheterna från studieresan i USA. Byggherre och projektledare var Torsten Möller, då assistent vid Chalmers tekniska högskolas institution för byggnadsteknik. Till grund för projektet låg ett program i vilket man tog upp ett 20-tal frågor bl a:

- o vilka krav bör ställas på pappskikten i ytterväggar med hänsyn till kondensrisken?
- o Hur inverkar luftskikts placering, på isoleringens in- eller utsida?
- o Hur inverkar valet av armeringsnät och bruksblandning på putsens hållfasthet och kvalitet i övrigt?
- o Behöver armeringen vara förzinkad med hänsyn till korrosionsrisken?

I provhuset fyllde isoleringen inte utrymmet mellan väggens ytskikt. För att undvika igenputsning av luftskiktet (ca 25 mm) på isoleringens utsida spändes förzinkad tråd mot regelverket som stöd för asfaltpapp (ej diffusionstät).

För armering av putsen användes ett nät utvecklat av Smedjebackens valsverk (Saremattan), av förzinkat trådnät mellan rutnät (10x10 cm) av 3 mm armeringstråd. Armeringen har bl a till uppgift att ta upp dragspänningar och därmed motverka sprickbildning i putsen.

För putsning användes KC-bruk (1:0,25:4) pådraget i två skikt med rivbräda (skånskan). Av rapporten framgår bl a att:

- o Förhållandet bindemedel:sand bör vara mellan 1:4 och 1:6.
- o Vattenmängden bör vara möjligast låg.
- o Sanden bör vara relativt grov, minst 30% > 1mm.
- o Armeringsnätet bör monteras möjligast plant, väl inbäddat.
- o Putsen skall hållas fuktig under arbetet och därefter under minst 1 vecka.

Enligt Torsten Möller, nu verksam vid Statens provningsanstalt i Göteborg, är fasadputsen alltjämt praktiskt taget felfri.

4.22 Metoden tillämpas på flerfamiljshus

Ungefär samtidigt med experimenthuset i Torpa byggdes några flerfamiljshus enligt samma princip bl a ett par 2-våningshus i Partille (Postgången 3-4). Byggherre Partille kommunala bostadsab.

Fasadputsen i Partillehusen är inte helt sprickfri. Enligt erfarna bedömare är putsen dock alltjämt i överraskande gott skick med tanke på husens läge (nära en stor trafikled). Markvibrationer kan nämligen antas ha bidragit till uppkomsten av sprickorna.

Det föreligger inte någon sammanfattande redovisning och utvärdering av de "putshus" som byggdes i början av 50-talet. Och tillämpningen av metoden synes ha upphört efter några år. Man kan fråga sig varför, med tanke på gynnsamma erfarenheter från USA och experimenthuset i Torpa. En möjlig orsak kan ha varit att byggkostnaden, enligt Torsten Möller, blev relativt hög. Det fanns ingen på erfarenhet eller tidsstudier grundad

ackordsersättning för de nya arbetsmomenten. Byggmetoden var också i vissa avseenden relativt omständlig. Isoleringen fyllde inte utrymmet mellan puts-skikten och särskild stödskonstruktion behövdes. Från kostnadssynpunkt ställde det sig antagligen billigare att använda asbestcementskivor i stället för puts.

4.23 Skola i Vålberg, Karlstads kommun (1962-63).

Konstruktör: Hjalmar Granholm ab. Putsentreprenör: Svenska Sprutbetongarbeten, Göteborg.

För ytterväggar i skolans 1-våningspaviljonger (ca 4000 m²) användes samma principkonstruktion som tidigare dvs armerad puts på regelstomme isolerad med mineralull.

Vid manuell putsning tillämpades trådspänning och asfaltpapp som heltäckande underlag för armering med Sarematta. För spikning av denna användes förzinkad spik med distansbricka (Üdeborgs "furring-nails"). Arbetsbeskrivningen föreskrev:

"Först pådrages med s k skånska så tjockt lager bruk att nätet väl täcks. Efter ca ett dygn göres ett påslag, så att putsskiktets totala tjocklek blir ca 25 mm. Under brukets bindningstid (ca 1 vecka) är det absolut nödvändigt att putsen hålles fuktig. - - putsbruk tillverkas på byggnadsplatsen i en snabbgående bruksaktivator".

Huvuddelen av fasadytan putsades maskinellt med sprutbetong, cement: Gullex: sand (4:1:18). Regelstommen bekläddes med juteväv nr 7 (5 oz/40") vars skarvar hoptråcklades. Utanpå väven spikades SA-nät nr 1 (Ø 2,5 mm, maskvidd 50/50 mm) med furring-nails. För arbetsutförandet gällde:

"Före betongsprutningen vattnas juteväven så att denna blir ordentligt utsträckt. Betongen påsprutas till en tjocklek av 1 cm som får hårdna så att en "formsida" erhålls. Nästa "påslag" betong skall ha en tjocklek av ca 1,5 cm (armeringen väl inbäddad). Ytterligare ett "påslag" av 1 cm betong när föregående påslag har "satt sig", därefter avstockas ytan. De färdiga ytorna bör ej utsättas för snabb uttorkning".

De putsade fasaderna besiktigades i sept. 1977 av biträdande stadsarkitekten Lars Rune Bergsten. Enligt denne var fasaderna i "överraskande gott skick" med tanke på att underhåll och omålning ej torde utförts under de gångna 15 åren. Vid flertalet

hörn mellan fasader hade utförts en vertikal sprickanvisning ett par cm från hörnet. Där så ej skett hade uppstått en vertikal spricka i putsen.

4.3 Fasadidé för höghus (1958)

Berörda "putshus" kan ses som tillämpningar av den dubbelsidigt putsade, bärande regelväggen, närmast lämpad för småhus. Under mitten av 50-talet väcktes intresset för användning av mineralull för isolering även på murverk och betong. Det sannolikt första exemplet på större projekt av detta slag var ett 20-tal 3-och 4-våningshus Göteborgs bostadsföretag byggde i Kortedala 1954-56. Ytterväggarna utfördes där med bärande stomme av betongblock, utvändigt isolerade med Rockwoolskivor mellan horisontala regler, papp (vindskydd), vertikal läktning och asbestcementskivor (Hagman, 1957).

I samband med att arkitektbyrå Nils-Einar Eriksson projekterade några 10-våningshus i Göteborg (1958) föreslog arkitekt Sture Johansson som närmast svarade för projektet, att betongstommen skulle isoleras med mineralull i stället för, som brukligt, med lättbetong.

Som underlag och bärning för fasadputsen avsåg man använda ett armeringsnät, fixerat mot betongväggen med distanselement av rostfri plåt. Pappskikt kunde ev behövas som vindskydd på isoleringens utsida. Från funktionell synpunkt bedömdes denna konstruktion gynnsam. Med mineralull och samma isolertjocklek skulle väggens k-värde sänkas till ungefär $1/3$ av värdet med lättbetong.

För att klarlägga fasadkonstruktionens resistens mot vindkrafter (tryck- och dragpåkänningar), utfördes en undersökning vid Chalmers provningsanstalt på uppdrag av Rockwool AB (1959). Två provväggar byggdes enligt föreslagen princip. För den ena väggen användes isolerskivor med volymvikten 70 kg/m^3 och Sarematta, för den andra volymvikten 100 kg/m^3 och sträckmetall. I vardera väggen genomsågades puts, armering och isolering på en yta = $60 \times 60 \text{ cm}$. Mot denna anbringades en lika stor tryckplatta. En

vinkelrätt mot väggen verkande tryckbelastning påfördes stegvis från 100 till 500 kg/m². Man mätte puts-skivans intryckning dvs. isoleringens sammantryckning. Denna ökade från 3,4 till 10,1 mm (isoleringens vol.vikt 100 kg/m³), resp. 2,3 till 14,3 mm (70 kg/m³).

Vidare undersöktes infästningens förmåga att motstå dragpå-känningar (sugkrafter). För infästning av putsarmeringen användes plåtstrimlor 1x20x200 mm förankrade i betongstommen med bultpistol. Brott dvs lossryckning av fästelementen uppstod vid dragkraft varierande mellan 35 - 480 kg.

När fasadkonstruktionen för det aktuella höghuset slutligen fastställdes valdes traditionellt utförande med utvändig gasbetong. Utförandet med mineralull bedömdes alltför oprövat.

4.4 Nya laboratorie- och fältförsök

Rockwool AB och Gullhögens bruk utförde 1961 en serie laboratorieförsök med sprutning av putsbruk på regelväggar isolerade med mineralull (Rockwoolskiva typ 333, vol.vikt 70 kg/m³). Ett 20-tal bruksblandningar provades med förhållandet cement:mur-cement ("Gullex") = 4:1 och 2:1. Man varierade sandmängd, sandgradering, vattenmängd och tillsats av porbildande medel. Som putsarmering användes dels Sarematta, dels sträckmetall (med distanshållare). Armeringen monterades direkt mot regelverket (utan pappskikt). Proven omfattade regelväggar 2x2 m av 2x4" reglar, mindre provytor och normalprover för bestämning av brukets hållfasthet. Flertalet bruksblandningar gav helt sprick-fria provväggar.

Med stöd av försöksresultaten användes några av de för sprutning lämpliga bruksblandningarna för putsning av 3 garagebyggnader i Skövde (Zickermansgatan 2, 4 och 6). Väggarna med stomme av reglar 2x3" isolerades med 70 mm Rockwoolskiva, volymvikt dels 50, dels 70 kg/m³. Följande armeringstyper provades:

- o Sträckmetall ("metalle deployé") 1.50
- o Sträckmetall ("Rippenstreckmetall")
- o Förzinkat trådnät, maskvidd 5/8" ("hönsnät")

Armering av sträckmetall spikades direkt mot regelverket. För trådnätet användes hakspik med distanshylsa. Alternativt kan nätet fästas mot armeringsstänger, \emptyset 6 mm, spikade horisontalt mot regelverket. Frågan ställs: behöver dessa armeringsstänger korrosionsskyddas med tanke på att de ligger i putsens ytskikt (mot isoleringen)?

Med stöd av erfarenheter från laboratorieförsöken användes ett bruk med cement:murcement=1:2 med proportionen bindemedel: ballastmaterial (sand mm)=1:4,4 (viktdelar).

Som ballastmaterial användes en blandning av 3 olika sandsorter, krossad kalksten och stenmjöl. I bindemedlet ingående murcement är en blandning av cement och malen kalksten. Det använda bruket kan därför betecknas som rent cementbruk.

För appliceringen av bruket svarade betongsprutningsab BESAB med ett aggregat BG 60. Det gjordes i två påslag, det första relativt tunt (5-10 mm), det andra minst 10 mm.

På en av väggarna i resp. hus anbringades ett pappskikt mellan armeringen och det isolerade regelverket. Man avsåg därmed få ett möjligast jämntjockt putsskikt. Utförandet visade sig dock mindre lämpligt eftersom putsbruket hade benägenhet att studsas mot pappskiktet.

Utvecklingen av lämplig metodik för putsning - d v s kombination av isolering, armering, infästning, puts och sprututrustning - kan ses som led i ett mer övergripande utvecklingsarbete med syfte att ta fram en skalkonstruktion lämpad för såväl platsbyggande som förtillverkning. I en sammanfattande rapport redovisas laboratorie- och fältförsökens erfarenheter (Å. Sundevist, 1966). Bl a framhålls att:

- o måttanpassningen mellan regelverk och isolering är viktig. Med använd typ av mineralull (Rockwool 333, vol.vikt 70 kg/m^3) bör skivorna överdimensioneras ca 5 mm både på bredden och och tjockleken. Med tyngre isolering (Rockwool 335, vol.vikt 100 kg) kan nominell isolertjocklek användas d v s samma tjocklek som regeldjupet.
- o lämpligast av provad armering var förzinkat trådnät på armeringsstänger \emptyset 6mm, d v s ett utförande likt Saremattan.

- o putsbrukets konsistens måste anpassas till armeringens maskvid ("täthet").
- o armeringen bör ligga någorlunda mitt i putsen, i varje fall inte närmare isoleringen än 6 mm.
- o fästelementen för armeringen (hakspik, märlor, bandjärn) bör vara korrosionssäkra och till antalet 4-5 st/m².
- o lämplig putstjocklek är 20-40 mm, applicering i minst 2 lag.
- o med lämplig armering och bruksblandning bör putsning kunna ske på hus med upp till 2½ plan utan dilationsfogar i utvändigt putsskikt.

4.5 Tilläggsisolering - fältförsök (1965)

I mitten av 60-talet utfördes försök med tilläggsisolering av ett 3-våningshus för dåvarande Göteborgs bostadsföretag (block 1, Bautastensg. 14). Fasaderna isolerades med Rockwoolskivor och bekläddes med asbestcementskivor till uk fönster i första våningen. Därifrån och ner till mark användes följande konstruktion: Rockwool typ 333 (70 kg/m³) mellan vertikala reglar 2x2". Mot reglarna spikades armeringsstänger \varnothing 8 mm, horisontalt på ca 40 cm:s avstånd. Mot dessa fästes förzinkat trådnät 3/4". Grundning med: murcement ("Gullex") + cement + sand (1:2:9). För ytputsningen användes spritputs. Anm. På södra gaveln användes cellplast i stället för mineralull som sockelisolering.

Den totala kostnaden för sockelutförandet beräknades till 40 kr/m² sockelyta. Som jämförelse kan nämnas att tilläggsisoleringen av fasaderna beräknades till ca 50 kr/m². Kalkylerna grundades på kostnadsnivån i jan. 1967.

Vid besiktning i maj 1977 tillsammans med representant för bostadsföretaget, nuvarande Göteborgshem, fann vi endast ett fåtal, knappt synbara sprickor i putsen. Någon skillnad kunde inte konstateras mellan det tilläggsisolerade huset och övriga hus i kvarteret, där sockeln putsats på samma sätt men utan föregående tilläggsisolering.

4.6 Systemutveckling i Sverige

Med anknytning till i det föregående redovisade provningar och projekt har mer genomarbetade system utvecklats för putsning på mineralull. Det har skett genom nära samarbete mellan tillverkare (isolering, puts, armering, fästelement) och putsningsföretag. I detta arbete har även Svenska putsentreprenörföreningen (SPEF) tagit aktiv del.

4.61 Rockwool - Ernström - Göteborgs Puts AB (1976-77).

Företagen har gemensamt utvecklat ett system - "Serporoc"- med armerad puts på heltäckande isolering med mineralull (inga regler). Metoden provades 1976 på en av Rockwoolbolagets kontorsbyggnader i Skövde, ett 1-planshus med ytterväggar av putsad lättbetong. Isoleringen utfördes med 100 mm mineralullsskiva vol.vikt 100 kg/m^3 .

Man provade olika typer av armering och fästelement för denna. Bl a användes "pendelkramlor" av rostfri tråd, rörligt infästa i ett vinkelformat fäste som spikas eller bultas fast i väggen. Vid montering av isoleringen riktas kramlorna vinkelrätt ut från väggen. Isolerskivorna trycks över kramlorna vilkas yttre, rörliga spärrdel därefter frigörs och tvärställs framför isoleringen som därmed trycks mot väggen.

Vid uppsättning av armeringsnätet hängs detta i två pendelkramlor. Spärrdelen lösgörs, förs genom armeringen och vrids åter till spärrläge. Nätet sträcks i sin längdriktning, nästa kramlepar infästs etc.

Vid putsningen användes sprutad 2-skiktbehandlingsmedel "Serpoterm B-grund", ett KC-bruk (35:65:400) och ytputs av "Serpoterm lättputs" (KC-bruk + krossad marmor + pigment + porbildande medel). Serpoterm kan utföras med olika ytstruktur: skrapad, slät, som spritputs etc.

Med vald typ av rörliga fästelement aktualiseras frågan om inverkan av vindpåkänningar (sugkrafter). En serie laborieförsök pågår för att klargöra hur konstruktionen förhåller sig vid varierande påkänningar.

Serporocsystemet prövas för typgodkännande av statens planverk med avseende på bl a beständighet, hållfasthet, värmeisolering, täthet och förhållande till fukt.

4.62 SERPOROC-metoden prövas på flerfamiljshus (1977)

Våren 1977 påbörjades tilläggsisolering enligt SERPOROC-metoden på ett 3-våningshus, tillhörigt Göteborgs bostadsab (Bildradiogatan 13-15, Järnbrott), med ytterväggar av 15 cm betong K250+12,5 cm lättbetong 0,4+puts (KC-bruk). Efter erhållet byggnadslov tilläggsisoleras ytterväggarna med 7 cm Rockwoolskiva, typ 325 (100 kg/m^3) enligt följande arbetsgång:

- a/ Ilagning av nerfallen puts, borttagning av stuprör, ersättning av fönsterbleck o a förarbeten.
- b/ Markering på fasaderna för fästelementen, placering 50x50 cm.
- c/ Borrning in i betongen för expanderbult på gängad förlängningsstång, 2 st/m^2 = varannan markering.
- d/ Infästning av vinkelement (pendelfästen) i lättbetongen med förzinkad klippspik, 2 st/m^2 = varannan markering.
- e/ Vinkelementen (pendelfästen) monteras på expanderbultens förlängningsstång (enl. c).
- f/ Pendelkramlorna monteras och riktas vinkelrätt mot väggen.
- g/ Isolerskivorna träds över kramlorna.
- h/ Spärrkramlan, som håller isoleringen på plats, monteras.
- i/ Komplettering med Hilti-isolerspik där så behövs för att hålla isoleringen mot väggen (luftspalt mellan isolering och vägg får inte förekomma).
- j/ Armeringen av förzinkad sträckmetall hänges upp, sträckes, överlappas ca 10 cm i skarvarna och låses med spärrkramlan.
- k/ Längs hörn och smygar anbringas vinkelbockade nätlängder.
- l/ Vid nätskarvar och utbuktningar av nätet anbringas häftklammer. (Nätet pressas mot isoleringen vid fästpunkterna, däremellan kan man få någon utbuktning).
- l/ Grundputsning med Serponit B-grund till nätt och jämnt täckning av armeringen (ca 5-7 mm).
- m/ Utstockning med Serpoterm lättbruk efter något dygn.
- n/ Ytputsning med Serpoterm lättbruk efter något dygn.
- o/ Erforderliga efterarbeten, uppsättning av stuprör m m.

Man har diskuterat olika sätt att ansluta fasadkonstruktionen till grund, respektive mark. I detta fall isolerades fasaden till någon dm under marknivån. För att putsen, vid ev. tjällyftning, inte skall skadas, placerades en remsa av mineralull under och längs den isolerande fasaden. Om denna inte kan föras ner under mark, t.ex. i gatumiljö, kan fasaden "ställas" på en U-formad aluminiumprofil (FIG. s.44).

I samband med projekteringen diskuterades behovet av fogar i putsskiktet. Det råder osäkerhet på den punkten. I det här fallet har man utfört en vertikal dilatationsfog mitt på de ca 40 m långa fasaderna. Vid prövningen av SERPOROC-metoden i byggnadsnämnden bedömdes principen med rörliga pendelkramlor lämplig med tanke på att putsskiktet därmed ej påverkas av rörelser i byggstommen. Inverkan av vindpåkänningar måste dock klarläggas.

4.63 Gullfiber - Stråbruket - PUKAB

Dessa företag har gemensamt utvecklat ett system för putsning på isolering med mineralull mellan regler:

a/ Erforderliga förarbeten.

b/ Mot väggstommen anbringas tryckimpregnerade regler c/c 60 (FIG.s.47). På tegel- och betongunderlag sker infästning med dubbelexpander (t.ex. HILTI HT), på lättbetong med Hemaspik eller klippspik.

c/ Mellan reglarna monteras lätta isolerskivor (Gullfiber 3024) tjocklek = regeldjupet.

d/ Utanpå regelverket spikas en icke diffusionstät förhrydningspapp.

e/ Utanpå pappen fästes förzinkat armeringsnät (Sarematta) med förzinkade bandhakar.

f/ Putsning sker med Stråbrukens speciella, värmeisolerande puts "Rhodipor", tjocklek 30 mm. Denna puts består av KC-bruk med expanderad polystyren som ballastmaterial, värmekonduktivitet

= 0,08 W/m²K enligt typgodkännande från statens planverk.
Putsen appliceras genom sprutning.

g/ Rättdragning av grundputsen.

h/ Tidigast efter 2 dygn appliceras ytputsen som kan vara skrapad puts av ett utförande som är speciellt anpassat för grundputsen. Om sprit- eller stänkputs används skall först ett skikt KC 50:50:650 påföras till en tjocklek av 3 - 4 mm.

Grundputs + ytputs uppfyller gällande krav på svårantändligt material (SBN 37:111).

Putssystemet användes hösten 1976 på en villa i Flädie utanför Lund. Forskare från institutionen för byggnadsteknik vid LTH mäter värmeflödet genom väggen samt temperatur och fukthalt i väggens olika skikt. Dessa mätningar beräknas pågå under de närmaste 2 åren.

4.64 Serporocmetoden testas (hösten 1977).

Vid Rockwool AB:s forskningsstation utnyttjas härför en mot öster orienterad fasadyta (ca 160 m²). Man avser i samarbete med Chalmers provningsanstalt bl a mäta krympningen samt rörelser och ev sprickor betingade av klimatpåverkan.

4.7 Provning av stålfiberarmerad sprutbetong på mineralull

Betongsprutningsbolaget BESAB i Göteborg har utvecklat speciell apparatur och metodik för sprutning av stålfiberarmerad betong. Härvid används 2-3 viktsprocent, 25-30 mm lång stålfiber med en diameter = ca 0,25 mm. Fibern blandas med torrbruk och vatten i sprutaggregatets munstycke.

Enligt dir. Bertil Sandell förbättras brukets hållfasthet väsentligt genom stålfiberarmeringen. Detta gäller speciellt ifråga om böjdraghållfasthet och slagseghet, egenskaper av stor betydelse vid putsning på relativt mjukt underlag som mineralull. Metoden har den arbetstekniska fördelen att armering och putsning sker i en och samma arbetsoperation. Montering av isoleringen kan i princip ske enligt Serporocmetoden (4.61). Då putsbärande nät saknas (ersätts av fiberarmeringen) måste fästelementens byglar utformas så att de förankras i putsskiktet och kan överföra dettas last till stommen.

Man har provat stålfiberarmerad puts som invändig beklädnad på mineralull vid en nybyggd verkstadslokal för BESAB (våren 1977). Provyta ca 6 x 6 m. Konstruktör: Västsvenska Byggkonsult AB. På en stomme av förtillverkade betongpelare monteras utvändigt horisontala stålprofiler (MSH 100x100x16,3). Mot dessa monteras utvändigt al-panel och , invändigt, vertikal armering \emptyset 3 c/c 1 m, för bärning av invändig puts. Väggkonstruktion: Al-panel + papp + mineralull 10 cm + tunngrundning + utstockning 4 cm (fiberarmerat KC-bruk 1:1:8) + ytputs. I ett annat väggfack utfördes invändig puts med oarmerat bruk på armeringsnät ("kycklingnät"). Vid besiktning sept. -77: inga sprickor i fiberarmerad puts, ett fåtal rel. fina sprickor i nätarmerad puts.

4.8 Putsade väggar på stomme av plåtprofiler

Bengt Modig Plåt AB i Malmö har utvecklat ett stomsystem med plåtprofiler avsett för småhus. Det har, vad gäller putsarbetet, skett i samverkan med Cementas byggproduktavdelning. Två provhus (2-plansvillor) har byggts i Malmö (1976). Vertikalt bärverk utgörs av C-profiler av varmgalvaniserad plåt, sammanhållna av över- och underliggande plåtprofiler. Ytterväggar isoleras med mineralull i 2 lag som bekläds ut- och invändigt med nätarmerad puts. Yttre isolerskikt går förbi bärande profiler för undvikande av köldbryggor. Putsarmering med "Be-kaertnät". Armeringsnätet fästs mot plåtprofilerna och mellan dessa placerade trådstegar som fästs mot de horisontala profilerna. Sprutputsning med KC-bruk av B-kvalitet. Väggkonstruktion: Utv. puts 3 cm + armering + puts 3 cm + mineralull 7,5 cm + mineralull 10 cm (mellan profiler) + plastfolie + armering + puts 3 cm. Putsentreprenör: Puts och Kakel AB, Malmö.

Arbetsgång:

Montering av stommens plåtprofiler - montering av trådstegar - utvändigt armering najas mot trådstegar - grundning och utstockning utifrån på utvändigt armering - utstockning inifrån på utvändigt armering - isolering inifrån i 2 lag - invändig armering - grundning och utstockning - ytbehandling.

4.9 Läget utomlands

Litteraturundersökningen och brevsvaren tyder inte på att putsning på utvändigt isolering med mineralull skulle vara någon vanlig och etablerad metod i Västeuropa. Enstaka beskrivningar redovisas dock och utvecklade metoder finns i Frankrike och England. På andra håll, bl a i Västtyskland, pågår metodstudier.

4.91 Västtyskland

I en artikel (A. Gunst, 1961) beskrivs en rad putsade konstruktioner, bl a ytterväggar, med isolering av mineralull. Som underlag för putsen används sträckmetall ("Rippenstreckmetall") av olika typ. Armeringen monteras på en bärande stomme av stål rör eller regelverk. I förra fallet isoleras rören med en remsa mineralull för att minska effekten av köldbryggorna.

I Västtyskland pågår, enligt flera källor, försöksserier med putsning på tyngre mineralullsskivor. Därvid provas både plastputs (LOBA) och mineralisk puts (G & H).

4.92 Frankrike

Företaget "Lambert Industries" presenterar ett väl genomarbetat system - ISOPROJEXT - för putsning på utvändigt isolering med mineralull:

- a/ På väggen markeras plats för infästningselementen. Avstånd, höjddled 100 cm, sidled ca 60 cm (=isolerskivornas bredd).
- b/ Vinkelformade infästningselement för armeringen monteras. Hållfasthet: mot utdragning 150 kg, mot skjuvning 60 kg.
- c/ Vertikala plåtprofiler monteras mot infästningselementen.
- d/ Clips (nylon) för isolerskivorna limmas mot väggen, 2-3 per isolerskiva.
- e/ Isolerskivorna trycks över clipsen, pressas mot väggen och låses med plastbricka.
- f/ Armeringen av sträckmetall (fabrikat "Nergalto") monteras mot de vertikala plåtprofilerna med pneumatisk häftapparat.
- g/ Sprutputsning med speciellt bruk ("projext"), 25-30 mm.

Vid mer än 2 våningar anordnas horisontal dilationsfog som täcks med al-profil eller liknande. Vertikala fogar, tätade med fogmassa, anordnas på högst 12 m:s avstånd.

Systemet överensstämmer i princip med i det föregående refererade system för utvändig putsning på mineralull, men skiljer sig från dessa på en väsentlig punkt. Med det franska systemet får man ett ventilerat luftskikt mellan isolering och puts. Detta möjliggör effektivt uttorkning av inträngande fukt. Å andra sidan ställer det krav på skydd mot påtvingad konvektion i isoleringen.

I ett dokument "Metoder för utvändig värmeisolering" (översatt utan angivande av källa) behandlar författaren Gerard Fleury, C.S.T.B. bl a konstruktionen mineralull, armering, puts. Arbetet pågår, enl. förf., med utarbetande av officiell, teknisk beskrivning ("typgodkännande") för sådana konstruktioner.

4.93 England

Enligt Department of the environment tillämpar företaget Fiberglass Ltd en metod med utvändig isolering av glasfiberskivor, nätarmering och puts.

5 PUTS PÅ CELLPLAST

5.1 Reserapport Västtyskland 1966

I samband med ett tidigare forskningsuppdrag ("Isolerande fasader") studerades också användningen av cellplast som utvändig tilläggsisolering på ytterväggar. Bland redovisade typkonstruktioner fanns med plastbaserad tunnputs på cellplast (Hagman, 1969). Ett utdrag ur nämnda reserapport ger en orientering om tekniken och dess tillämpning vid den tidpunkten. Citatet hänför sig till ett besök vid styroporavdelningen inom Badische Anilin & Sodafabrik (BASF) i Ludwigshafen.

"BASF är ett av Europas största industriföretag med omkring 50 000 anställda enbart vid anläggningarna i Ludwigshafen. Produktionen är inriktad på kemikalier, färger och plaster, med mineralolja som huvudsaklig råvara. Av plaster intar råvaror för syntetfibrer, ca 10% av världsproduktionen, och polystyrol (ett benzolderivat) en viktig plats. Den senare produkten är råvara för styropor den viktigaste råvaran för cellplast i Europa.

Inom styroporsektorn har BASF egna laboratorier för produktutveckling och användningstekniskt utvecklingsarbete. Bl a har man utvecklat metoder för putsning på cellplast. Enligt en princip förses cellplastskivorna med putsbärande, t ex spårad eller sandad yta. De kan också utföras med armering av sträckmetall eller med beklädnad av träullsskiva. Dessa typer av plattor är avsedda att putsas med KC-bruk.

Enligt en annan princip använder man plastbaserad tunnputs på släta cellplastskivor. Som bindemedel och ytputs förekommer plastdispersioner (polyvinylproprionat eller polyvinylacetat). Putsens totala tjocklek blir 3-5 mm. Materialkostnaden anges till ca 2 DM/m², arbetstiden till ca 15 min/m². Denna typ av puts rekommenderas för större utvändiga ytor på grund av lägre kostnad och mindre risk för sprickbildning (än utförandet med KC-bruk).

Enligt uppgift marknadsförs också cellplast som fasadelement med plastputs, asbestcementskivor eller liknande som beklädnad".

5.2 Studieresa Västtyskland 1976

5.21 Grünzweig & Hartmann, Ludwigshafen, Ing. Ernst Roschild

Företaget är en av världens största isoleringsfirmor, numera inlemmad i den franska Saint-Gobinkoncernen. G & H tillverkar också isolermaterial bl a mineralull och cellplast. Inom entreprenadsektorn utför man isolering och beklädnad av fasader. Enligt Roschild finns i Västtyskland åtminstone ett 10-tal större företag (system) för utvändig fasadbeklädnad med cellplast och plastbaserad tunnputs enligt BASF-metoden. Erfarenheterna har i stort sett varit positiva. Vissa krav ställs från myndigheterna, ifråga om bl a brandsäkerhet.

Enligt Roschild utförs årligen upp emot 5 miljoner m^2 isolerande fasader av denna typ i Västtyskland. Metoden vinner terräng även i Schweiz, Österrike och Frankrike. Alltjämt är dock ventilerade fasader med asbestcement vanligast. Då G&H är tillverkare av mineralull ("Isover") försöker man utveckla en "egen metod" för putsning på mineralull (FIG. s.46).

5.22 BASF_Ludwigshafen,ing.Ruckdeschel

Företaget tillverkar bl a produkter för fasadisolering med cellplast + plastbaserad tunnputs. Metoden utvecklades under 50-talet och användes först för isolering av sockersilos, sedan 1963 även på bostadshus. Auktoriserade entreprenörer svarar för såväl isolering som putsning ("Vollwärmeschutz"). Detta anses nödvändigt, från ansvarssynpunkt, men också med hänsyn till att egenskaperna hos de olika komponenterna: cellplast, bindemedel, glasfiberväv och ytputs, måste anpassas till varandra. Enligt R. är det normalt inte risk för kondensskador. I tveksamma fall beräknas fuktbalansen med hänsyn till ångdiffusionen. Ett särskilt datorprogram har utarbetats här för, liksom en objektblankett.

Kostnaden för en isolerande fasad med 40 á 50 mm cellplast och tunnputs anges till 45 á 55 DM/ m^2 . För jämförelse kan nämnas att (enbart) mineralisk puts, i två påslag, kostar ca 28 DM/ m^2 . BASF:s patent - "Styropor" - gick ut 1969. Numera finns i Västtyskland åtminstone 3 större tillverkare av polystyrol. När det gäller plastputsen har goda resultat uppnåtts med akrylat-styrolbaserade dispersioner (vattenemulsioner).

5.22 LOBA - Holmenkol - Chemie, Ditzingen, Dr. Kurt Weinmann

Företaget är specialiserat på tillverkning av produkter för fasadbehandling, främst olika typer av plastbaserad färg och puts. Man har aktivt medverkat i utveckling av systemet med cellplast + tunnputs, genom laboratorie- och fältundersökningar. Dr Weinmann svarar för ett flertal tidskriftsartiklar i vilka relevanta byggnadsfysikaliska problem analyseras (Weinmann, 1975).

Försök har gjorts med även uretancellplast som har goda isoleregenskaper. Materialet uppfyller dock inte brandskyddskraven.

Man har även gjort försök med skumglas ("foamglass"). Materialet är dock förhållandevis dyrt och därtill svårarbetat. Dess diffusionstäthet kan också medföra risk för fuktskador.

Enligt Weinmann är kostnaden för färdig isolering ("Vollwärmeschutz") 50 - 60 DM/m² (fönster mindre än 4 m² mäts över). Arbetstid ca 1 timme per m², vid större objekt kanske något mindre. Fasadisolering av detta slag uppskattas till ca 1,5 á 2 miljoner m²/år i Västtyskland, varav LOBA beräknas svara för 25 á 30 %. (Möjligen en underskattning av totala ytan utifrån en överskattning av egen andel, jfr ovan under 5.21). I Schweiz och Österrike bedöms företaget svara för en större andel eller 60 á 70 %.

5.24 Institut für Bauphysik, Holzkirchen, Dr. H. Künzel.

Dr Künzel orienterade om en fältundersökning, utförd 1974-76, omfattande olika typer av byggnader med utvändig cellplast + plastbaserad tunnputs (H. Künzel, 1976). Undersökningen avsåg 93 objekt representerande olika entreprenörer (system), geografiska lägen, klimat-, byggnads- och väggtyper. Husens ålder varierade mellan 2 och 11 år. Undersökningen omfattade också några silos med en ålder upp till 16 år. Besiktningen gällde förekomsten av sprickor, missfärgningar o a synliga skador. I några fall bestämdes isoleringens fukthalt.

Objekten indelades i följande huvudgrupper:

- A/ Inga iakttagbara skador (66 %)
- B/ Ringa skador, utan praktisk betydelse (31 %)
- C/ Större skador som kräver åtgärder (3 %)

Med det ringa antalet skadade objekt (C) förelåg ingen möjlighet till meningsfull, statistisk bearbetning av resultaten. Noteras bör att man fann inte någon skillnad mellan äldre och yngre objekt. Det kan tilläggas att flera byggnader i Schweiz låg på hög höjd, t ex i Arosa (1740). I de fall fukthalten bestämdes var denna genomgående låg < 0,05 vol.-% = < 3 vikts.-%.

En annan fältundersökning har utförts på speciella provhus vid forskningsstationen i Holzkirchen (H. Künzel, 1975, m fl). Denna undersökning omfattade olika entreprenörers system (cellplast + tunnputs) bl a ovannämnda LOBA. Man ville klarlägga inverkan av temperaturvariationer och klimatresistens i övrigt. Varje system provades på ett försök-hus 5x5x5 m. De i huvudväderstreck orienterade fasaderna delades i två lika stora vertikala fält

med vit, resp. svart ytbehandling. Maximal termisk påkänning erhålls på västfasaden. Temperaturskillnaden dag/natt kan där bli 30-35 °C på det vita, 75-80 °C på det svarta fältet. Under 2 år observerades putsytorna och registrerades skador och förändringar. Det förelåg en klar skillnad mellan de provade fabriken (systemen). I vissa fall konstaterades sprickor, särskilt på västfasader. I något fall var samtliga fasadytor helt oskadade.

Enligt Künzel är det viktigt att komponenternas egenskaper är lämpligt avstämda inbördes. På den punkten är ytterligare forskning angelägen. En kombinerad fält- och laboratorieundersökning planeras också. Man hoppas kunna klarlägga hur bindemedel, isolering, armering och ytputs samverkar och inom vilka gränser komponenternas egenskaper kan få variera.

5.3 Metod- och lägesbeskrivning

Sammanfattningsvis ger studiebesöken och dokumenterad litteratur underlag för följande lägesbeskrivning:

Under slutet av 50-talet utvecklade BASF i samverkan med företaget Dryvit AG en metod för utvändigt isolering av lagersilos med styrencellplast. Under 60-talet började metoden användas även på bostadshus. Omfattande laboratorie- och fältundersökningar har succesivt lett fram till en metodik som kan anses vara etablerad i Västtyskland och vissa angränsande länder. Vissa restriktioner är betingade av brandskyddsbestämmelser.

Metoden marknadsförs av ett antal större entreprenörsföretag som komplett system för utvändigt isolering och ytbehandling. Den används både för nya hus och för fasadrenovering ("Vollwärmeschutz"). De olika entreprenörernas system kan skilja sig något ifråga om material (fabrikat, kvalitet) och arbetsmetodik. I princip gäller dock följande:

- a/ Cellplastskivor ("Polystyrol-Hartschaumstoff") skall vara tillräckligt stabiliserade dvs lagrade under ca 4 veckor.
- b/ Isolerskivorna limmas mot fasaden med speciellt, plastbaserat bindemedel ("Kleber") blandat med upp till 1/3 cement. Cellplastskivorna, vanligen 4-6 cm, monteras tätt och i förband (heltäckande isolering).

- c/ Efter ett par dagar påläggs ett tunt skikt bindemedel, det samma som används för montering av isolerskivorna.
- d/ I bindemedlet inarbetas en speciell, alkaliresistent glasfiberväv. Denna armering har till uppgift att ta upp och fördela spänningar och hindra sprickbildning.
- e/ Efter 2 á 3 dagar påläggs ett tunt ytskikt av önskad färg och struktur. Man använder olika typer av dispersionsputs (vattenbaserade polymeremulsioner).

Putsskiktet binder genom uttorkning (vattenavdunstning). Därvid omvandlas plastemulsionen till en yttäckande elastisk film. Denna är genomsläpplig för vattenånga men utgör ett skydd mot vatteninträngning. Tillsammans får de olika skikten en tjocklek av 3-5 mm. Det anses viktigt att ett och samma företag svarar för leverans och montering av samtliga komponenter. Vid offert görs vanligen en bedömning av kondensrisken med hänsyn till väggkonstruktion, klimatpåverkningar m m.

5.4 Funktionsaspekter

Man ställer följande krav på isolerande fasader. De skall:

- a/ Ge en energiekonomisk väggkonstruktion med
- b/ tilltalande utseende och
- c/ god varaktighet.

Förverkligande av dessa kvalitativa mål förutsätter funktionell samverkan mellan komponenterna i den isolerande fasaden, liksom mellan denna och väggen i övrigt (stommen). Dokumenterad litteratur berör speciellt fuktproblemen alltså risken för vatteninträngning utifrån och för kondensskador genom ångdiffusion inifrån (K. Weimann, 1976, H. Klopfer, 1974 m fl).

Sprickbildning o a skador anser man kan undvikas genom val av lämpliga materialkomponenter (bindemedel, isolering, armering, ytputs). Provningar - i laboratorium och fält - ger stöd för denna uppfattning.

Normalt anses inte föreliggande risk för kondensskador (H. Künzle, 1976). I allmänhet görs dock en överslagsmässig beräkning. Med

gångse beräkningsförfarande (Glaser, SBN 1975:3) bestäms fuktackumuleringen under vintern och uttorkningen under sommaren. Ytterväggar bör i princip utformas så att diffusionsmotståndet för väggskikten avtar inifrån. Så torde vara fallet om man ser till komponenterna i isolerande fasader av berört slag. Så är vanligen även fallet om man ser till väggen som helhet. Å andra sidan visar beräkningar att man under vissa förhållanden måste räkna med fuktutfällning - mot eller i isolerskiktet - under vintern. Detta anses dock inte medföra allvarliga konsekvenser om uttorkning kan ske under sommaren.

En allmän fördel med utvändig isolering: att denna höjer temperaturgradienten och därmed minskar risken för fuktutfällning. Förhållandet mellan uttorkning och upptagning av fukt (desorption:absorption) är viktigt i sammanhanget och bör enligt Weinmann, 1975 inte vara lägre än 8:1.

Brandskyddskrav aktualiseras genom att cellplast, liksom plastbaserade bindemedel och ytputsar, är organiska, brännbara material. Vid uppvärmning över 100 °C börjar cellplast (polystyrol) att mjukna och vid fortsatt uppvärmning att smälta. Vid 230 - 260 °C - beroende på kvalitet - utvecklas brännbara gaser (koloxid, monostyrol m fl). För att minska brandrisken tillverkas en speciell kvalitet, betecknad "Schwerentflammbar" (brandteknisk klass B 1 enligt "Ergänzenden Bestimmungen zu DIN 4102"). Närmast torde detta motsvara "svårantändlig" enligt vår brandtekniska klassindelning.

I Västtyskland tillåts utvändig beklädnad med cellplast+plastbaserad tunnuts upp till 7 våningar. Vid mer än 2 våningar erfordras dock "svårantändlig" kvalitet. Vidare krävs officiellt intyg - "Prüfbescheid" - som styrker att konstruktionen (isolering+puts) får användas från brandskyddssynpunkt.

5.5 Läget i Sverige

Fasadisolering med cellplast har hittills inte kommit till nämnvärd, om ens någon, användning i vårt land. En orsak kan vara att två typer av ytterväggar kommit att dominera under senaste årtionden: lättbetong med mineralisk puts samt regelväggar med mineralull och asbestcement ("Eternit") som fasadbeklädnad. Vidare har intresset för tilläggsisolering i kombination

med puts aktualiserats först under de senaste åren. Nya omständigheter - bortfallet av asbestcementprodukter, ökat intresse för tilläggsisolering och för puts som fasadmaterial - motiverar ett klarläggande av de tekniska, funktionella och ekonomiska förutsättningarna för utvändigt tilläggsisolering med cellplast.

Vad gäller brandsäkerhet är bestämmelserna i SBN inte alldeles lätta att tolka:

37:341 c/ "I byggnad med högst 8 våningar får yttervägg-utom vid vårdanstalt - utföras med brännbar isolering under förutsättning att denna avbryts vid brandcells begränsningar - - Vidare förutsätts att isoleringen skyddas mot brand utifrån i klass A 30 - i byggnad med högst 4 våningar är det dock tillfyllest att isolering som inte är svårantändlig skyddas med tändskyddande beklädnad."

37:342 c/ "I byggnad med högst 8 våningar får yttervägg utvändigt förses med beklädnad av träpanel eller svårantändligt material - dock inte mellan ovanför varandra belägna fönster - dels i bottenvåningen - - dels i annan våning intill femtedelen av fasadytan (exklusive fönster) per våning, dock med begränsning till sammanhängande fasadytor av högst två våningars höjd och på minst två våningars avstånd."

Det är vanskligt att med stöd av dessa bestämmelser dra bestämda slutsatser angående förutsättningarna att tillämpa BASF-metoden i vårt land. En tänkbar tolkning synes vara att den får användas på utspridda, begränsade fasadpartier upp t.o.m. 8 våningar under förutsättning att den putsade fasaden (isolering + puts) klassificeras som "svårantändlig." Enligt en annan tolkning skulle krävas att putsen klassificeras som "tändskyddande beklädnad" mao. uppfyller kraven på sådan beklädnad. Ett sådant krav kan motivera klarläggande av förutsättningarna att använda mineralisk puts på cellplast. I varje fall är det tydligt att villkoren för användning av cellplast tillsammans med puts - av ena eller andra slaget - behöver klarläggas. Sannolikt innebär detta att vissa brandprovningar behöver utföras.

5.6 Mineralisk puts på cellplast

Det har inte varit möjligt att spåra några inhemska referensobjekt med mineralisk puts på cellplast. Vissa provningar utfördes dock i början av 60-talet vid Rockwool AB:s forskningsstation i Skövde.

5.61 Laboratorieprov 1962

I en provningsrapport (1962-11-28) redovisas en undersökning av tryck-och slaghållfastheten hos puts på 50 mm cellplast med vol.vikt 15 kg/m^3 ("Frigolit" med randsandad yta). Isolering limmades mot en oputsad betongvägg $2 \times 2,5 \text{ m}$ och putsades med murcement ("Gullex") 1:4. Första påslaget, ca 5 mm, torkade långsamt eftersom underlaget inte är vattensugande. Andra påslaget kunde därför göras först efter 2 dygn. Efter ytterligare ca 10 timmar träscurades ytan. Total putstjocklek ca 15 mm.

Tryckbelastning utfördes med en platta $40 \times 40 \text{ cm}$. Deformationen (isoleringens sammantryckning) var 0,5 mm vid en belastning med $1\ 200 \text{ kg/m}^2$ och 1,0 mm vid $2\ 750 \text{ kg/m}^2$. Inga sprickor kunde iakttas i den färdiga putsytan.

5.62 Fältprovning 1963

I ett provningsprotokoll (1963-09-04) redovisas en serie försök med putsning på cellplast. Här för utnyttjades en mot väster orienterad, putsad och målad gasbetongvägg (ca 100 m^2). Provningsningen omfattade:

- a/ jämförelse mellan cellplast med slät, resp. randsandad yta. Volymvikt 15 kg/m^3 , tjocklek 50 mm.
- b/ montering av cellplastskivorna med, resp. utan foglimning.
- c/ grundning med olika bruk: KC 14:2,5 och C 1:2,5. Därutöver provades cementbruk med varierande tillsats av "byggklister" dvs. det plastbaserade bindemedel som används för montering av cellplasten.
- d/ några fönsterhörn armerades med sträckmetall, resp. reve-teringsmatta (sannolikt Sare-matta).

e/ utstockning med murcement ("Gullex") M 1:4. Putstjocklek 20 mm. Försök gjordes med inblandning av byggklister som dock visade sig ge bruket alltför seg konsistens (svårt att applicera).

Putsningen utfördes under senare delen av juni. För bestämning av putsens vidhäftning utfördes en serie dragprov, ungefär 3 veckor efter putsningen. Genomgående konstaterades god vidhäftning = 0,20-0,80 kg/cm². Ingen nämnvärd skillnad förelåg mellan standard, resp. randsandad cellplast. Högsta värden erhöles med inblandning av byggklister i grundningen (medelvärde ca 0,7 kg/cm²). Även slaghållfastheten provades, med tillämpning av av "kulmetoden" och bedömdes tillfredsställande.

Vid olika tidpunkter - efter 1,2 och 5 veckor - observerades förekomsten av sprickor som markerades in på en fasadritning. Man noterade ett 25-tal sprickor flertalet med anknytning till förefintliga fönster. Vid besiktning sept. 1977 konstaterades en klar skillnad mellan utförande med, resp, utan foglimning. I senare fallet hade ett nät av fina sprickor bildats markerande cellplastskivornas fogar. Dessa sprickor fanns ej markerade 1963. I övrigt endast få nya sprickor. Armering av fönsterhörn bedömdes minska risken för uppkomst av sprickor. Någon klar skillnad kunde inte konstateras mellan olika putstyper (grundningen), kanske främst beroende på det relativt stora antal varianter (15 st) som placerats in på fasadytan ifråga.

5.63 Fältprovning 1964 vid Rockwool AB:s forskningsstation

I ett provningsprotokoll (1964-02-06) redovisas en serie fortsatta provningar med mineralisk puts på cellplast. Syftet var att prova magrare bruk och tunnare påslag för att söka minska sprickbildningen. Proven utfördes på en mot väster orienterad, putsad och målad yttervägg av betonghålstén. Isoleringen utfördes med 50 mm foglimmad cellplast ("Frigolit") typ F 15. Provningen omfattade:

a/ grundning 3-5 mm, med följande bruk: KC 21:4, KC 21:4+10 % byggklister, KC 21:5, KC 21:6.

b/ utstockning 2cm, med följande bruk: M 1:4 ("Gullex"), KC 21:4, KC 21:4 + 10 % byggklister, KC 21:6. Därutöver provades tunnare påslag (1 cm): KC 21:6, KC 21:4.

c/ Befintliga fönster indragna med 12 cm smyg. Några fönsterhörn armerades (60x60 cm) med sträckmetall.

Grundning utfördes 1/11, utstockning 4 och 5/11, i 2 påslag med 1 dygns torktid.

Vidhäftning och slaghållfasthet utfördes efter ca 6 veckor. Genomgående konstaterades god vidhäftning = 0,3-0,7 kg/cm². Även slaghållfastheten bedömdes tillfredsställande.

Sammanfattningsvis bedömdes sprickbildningen vara mindre än i föregående serie. Följande utförande rekommenderas enligt protokollet: Grundning med KC 21 :4 ca 5 mm, utstockning med M 1:4. Total putstjocklek 15-20 mm. Fönsterhörn armeras med 4 st Ø 6 diagonalt + armeringsnät (60x60 cm). Putsen får ej utsättas för direkt solsken och om möjligt hållas fuktig under ca 10 dygn.

Vid besiktning sept. 1977 konstaterades några nya sprickor av vilka flertalet dock synes ha uppstått i samband med dragproven. Vissa provytor, bl a. utstockningen KC 21:6, uppvisade få och inga nya sprickor. Provserien ger inte stöd för uppfattningen att tillsats av byggklister skulle minska uppkomsten av sprickor.

Vid bedömning av provresultaten måste beaktas att antalet varianter var relativt stort i förhållande till disponerad fasadyta och provytorna är av varierande form och storlek.

5.64 Fältprovning i Göteborg

I samband med tilläggsisolering av ett 3-våningshus i kv Huggjärnet i Göteborg 1964-65, isolerades även sockeln upp till uk fönster i första våningen. På den södra gavelfasaden användes därvid cellplast. På övriga fasader mineralull (se 4.5). Putsning utfördes med KC-bruk. Vid besiktning våren 1977 bedömdes sockelputsens på samtliga fasader vara i gott skick. Någon skillnad mellan de olika fasaderna (isolermaterialen) kunde inte konstateras.

6 ÖVRIGA METODER

6.1 Puts på träull/mineralull (Typ 3)

Träullsplattor har sedan länge använts som putsunderlag, tidigare även som utvändigt tilläggsisolering på betongväggar. Skärpta isoleringskrav har initierat utvecklande av en kombinationsplatta: mineralullsskiva limmad mot 2 cm träullsplatta ("TM-kombi").

Montering: För infästning TM-kombi används hålförsedda, vinkelformade förankringselement av rostfritt stål (4 st/m^2). Dessa fästes mot befintlig vägg (murverk eller betong) med expanderbult eller liknande. TM-plattan trycks över vinkелеmenten, varefter armeras över hela ytan med sträckmetall eller armeringsnät. Fästelementen dimensioneras så att låssprinten för armeringen kommer att täckas (nätt och jämnt) av grundningsbruket. Utstockning sker med ca 10 mm KC-bruk.

Metoden har tillämpats på några provobjekt under sommaren 1977, enligt uppgift med gott resultat vad gäller såväl arbetsgång som putsens hållfasthet.

Kostnaden för tilläggsisolering och putsning uppges vara ca 180 kr/m^2 fasadyta (bruttoyta).

6.2 Fogfri ytbehandling på skivunderlag

AB Svenska Texon Fasad tillverkar sedan några år tillbaka en serie produkter för ytbehandling av olika fasadmateriäl. Som bindemedel för mineraliskt ballastmaterial används "naturharts av alkydtyp" eller "cement+granulerat sampolymerisat". Företaget samarbetar med ett antal "behöriga" entreprenörer.

I samband med tillkomsten av skärpta isoleringskrav har företaget sedan ett par år tillbaka arbetat med utveckling av system för utvändigt tilläggsisolering i kombination med företagets produkter och metoder för ytbehandling av fasader. I princip sker tilläggsisolering med mineralull mellan regler. Mot dessa anbringas plattor som underlag för limmad vävarmering (glasfiber) och ytbehandling bestående av grundning och yt-skikt (sprutning 2 ggr). Ytskiktets totala tjocklek blir ca 2 mm. Som skivunderlag har man provat asbestcement (tidigare) och gipsskivor av speciellt, klimatresistent utförande.

Det har hittills visat sig svårt att helt undvika sprickor över skarvarna i underliggande skivbeklädnad. Vid besiktning (okt.77) av en fasadrenoverad villa i Tidaholm (1974) konstaterades relativt fina sprickor, markerande flertalet fogar i underliggande beklädnad av gipsskivor. Sprickorna fanns på samtliga fasader utom den mot norr. Detta synes tyda på att sprickbildningen har att göra med temperaturrörelser i fasadbeklädnaden. En alternativ utvecklingslinje man avser undersöka är att i fasaden öppet redovisa fogarna i underliggande skivbeklädnad. Man närmar sig då fasadutseendet vid traditionell tilläggsisolering med asbestcementskivor på regelverk. Sprutbehandling med ytskikt av Tex-Cotetyp kan dock tänkas ge större frihet vid utformning av fasadens fogmönster.

Mot bakgrunden av hittillsvarande erfarenheter framstår det i varje fall som angeläget att söka klarlägga orsaken till förekommande sprickbildningar och möjligheterna att undvika dessa.

6.3 Värmeisolerande puts

AB Stråbruken marknadsför en isolerande puts - "Rhodipor" - med bindemedel av kalk och cement samt ballast av expanderad polystyrencellplast (se 4.63). Den är avsedd att användas också som tilläggsisolering, direkt på underlag av murverk eller trä, i tjocklekar upp till 8 cm.

På underlag av murverk grundas tunnt med C 1:3. Träunderlag bekläds med asfaltpapp (ej diffusionstät) och armeras med vassrörsmatta, armeringsnät eller sträckmetall som underlag för grundningen. Tidigast dagen efter denna påföres Rhodipor-bruket med putsspruta. Första påslaget göres ej tjockare än 5 cm. Ytterligare påslag med upp till 3 cm göres inom 24 timmar. Ytputs med ev underliggande KC-skikt (3-4 mm) appliceras tidigast efter 2 dygn. Den isolerande putsen jämte ytskikt uppfyller kraven på svårantändligt material och kan, från brandskyddssynpunkt, användas upp till 8 våningar.

I Västtyskland har isolerande puts av typ Rhodipor använts sedan omkring 8 år tillbaka. I Sverige finns ett 10-tal objekt utförda eller under planering.

Kostnaden uppges vara ca 180 kr/m² (väggyta) för 8 cm, fullt färdigt arbete (okt.77).

7 SAMMANFATTANDE LÄGESBEDÖMNING

7.1 Puts på mineralull

- 7.11 Litteraturundersökningen, liksom frågebrev till utländska forskningsorgan har gett klen utbyte. Redovisade erfarenheter och objekt grundas huvudsakligen på uppgifter från putsentreprenörer, tillverkare av isolermaterial och puts.
- 7.12 I Sverige utfördes de första kända försöken med puts på mineralull omkring 1950. Man byggde på erfarenheter från USA. Ett mindre antal putsade, mineralullsisolerade hus ("Granholmshus") byggdes under 50-talet. Men asbestcement kom att dominera som fasadmateriell på regelväggar.
- 7.13 I samband med tillkomsten av skärpta isoleringskrav under de senaste åren har intresset för utvändigt tilläggsisolering ökat. Önskan att bevara fasadkaraktären hos tidigare putsad bebyggelse har i det sammanhanget initierat utveckling av olika system för putsning på mineralull. Det har skett genom samverkan mellan materialtillverkare (mineralull, puts, armering, fästelement) och entreprenörer (putsföretag).
- 7.14 Utvecklingsarbetet har resulterat i olika principlösningar. Dessa kännetecknas av den valda principen för överföring av putslasten till väggens eller byggnadens stomme (FIG.1).
- 7.15 Inventeringen visar att avgränsningen - "puts på mineralull" - är något oklar. I många fall sker putsning inte direkt på isoleringen utan på underlag av papp och armering. Andra varianter är mineralull kombinerad med träullsskiva och isolerande puts med ballast av cellplast.
- 7.16 Kostnaden för de olika redovisade systemen uppges ligga mellan ca 175 och 200 kr/m² inklusive isolering men exklusive plåtarbeten o. dyl.
- 7.17 Inom ramen för systemutvecklingen har olika putskvalitetens hållfasthet och andra egenskaper studerats. Någon mer omfattande systematisk undersökning torde dock inte ha utförts vad gäller samband mellan putsegenskaper och systemutformning (komponenternas typ och kvalitet, dimensionering m. m.). Man kan förmoda att erfarenheter från pågående fältförsök kommer att initiera

laboratoriemässiga och teoretiska studier i syfte att nå fram till "optimala lösningar" vad gäller systemens funktion och ekonomi. Detta torde i sin tur motivera vidgat samarbete med berörda institutioner vid de tekniska högskolorna.

I objektförteckningen redovisas en provyta utförd 1968 vid Rockwool AB:s forskningsstation med plastbaserad tunnputs på mineralull med relativt hög volymvikt. Putsen utfördes armerad med glasfiberväv och var av den typ som används på cellplast.

Det torde vara motiverat att närmare studera metodens förutsättningar vad gäller funktion och ekonomi.

Ett led i fortsatt utvecklingsarbete bör vara fortlöpande studium och redovisning av utförda objekt vad gäller putsens utseende, underhållningsbehov m.m. Kanske bör även värmeinflödesundersökningar komma ifråga. Detta uppföljande och utvärderande arbete skulle förslagsvis kunna knytas till någon institution med putsforskning på programmet.

7.2 Puts på cellplast

- 7.21 Under slutet av 50-talet utvecklades i Västtyskland en metod för utvändig isolering av lagersilos med styv styrencellplast. Under första hälften av 60-talet började metoden också användas på bostadshus. Den får numera anses vara etablerad i Västtyskland och vissa av grannländerna.
- 7.22 Enligt katalogmaterial från BASF har man åtminstone tidigare tillverkat cellplast med speciella ytskikt (randsandad, armerad etc) avsedda för ytbehandling med mineralisk puts. Man synes dock numera allmänt ha gått över till användning av släta skivor som ytbehandlas med glasfiberarmerad, plastbaserad tunnputs. Metoden (systemet) marknadsförs av ett antal entreprenörer som komplett system för utvändig isolering och ytbehandling.
- 7.23 Omfattande laboratorie- och fältundersökningar anses ha klarlagt att metoden fungerar tillfredsställande även under svåra klimatförhållanden. Vissa brandskyddskrav gäller ifråga om materialtyp och användningsområde.
- 7.24 Fasadisolering med cellplast och plastbaserad tunnputs synes hittills inte ha kommit till användning i Sverige. Ganska omfattande provserier med cellplast + mineralisk puts utfördes dock under början av 60-talet vid Rockwool AB:s forskningsstation.

Någon uppföljning synes dock inte ha kommit till stånd. Sannolikt beroende på att putsning på isolering aktualiserats först under de senaste åren. En bidragande orsak torde ha varit osäkerhet rörande möjligheterna att använda cellplast som utvändig isolering.

- 7.25 Med tanke på den relativt utbredda användningen av cellplast + tunnputs i bl a Västtyskland borde metodens förutsättningar att användas i Sverige klarläggas. Därvid torde bl a krävas brandprovningar och undersökning av kondensrisken i olika klimatzoner.
- 7.26 Från brandskyddssynpunkt kan mineralisk puts på cellplast vara en fördel. Det finns därför anledning att mer ingående utvärdera utförda provningar (7.24) och i mån av behov komplettera dessa.

OBJEKT FÖRTECKNING

Nr	Plats	År	Typ ^a	Anm.
1	Göteborg (Torpa)	50	2	Exp.villa,Byggn.teknik CTH
2	Partille,Postgången 3,4	51	2	Bostadshus 2 vån.nybyggnad
3	Skövde,Zickermansg.2-6	61	2	Garage,exp.hus,Rockwool AB
4	Vålberg,Karlstad	63	2	Skolpaviljonger,nybyggnad
5	Göteborg,Bautastensg.14	65	2	Tilläggsisol.sockel
6	Skövde,Rockwool AB	68	5	Provyta (mineralull+tunnputs)
7	Mariestad,Kyrkog.3	70	1	Bostadshus,tilläggsisolering
8	Tidaholm	74	4	Villa,tilläggsisolering
9	Skövde,Vretens egendom	75	1	Huvudbyggnaden,tilläggsisolering
10	Malmö,Bergdalsg.25	76	1	Exp.villor,Modings Plåt AB
11	Skövde,Rockwool AB	76	1	Kontorsbyggnad,tilläggsisolering
12	Kumla,S.Kungsv.	76	3	Tilläggsisol.70 mm tm-kombi
13	Linköping,Valhallav.20	76	7	Gasbetonghus,tilläggsisolering
14	Göteborg,Ärleg. 4	77	7	Landshövdingehus,tilläggsisol.
15	Östersund F 4	77	7	Fasadrenov.(santorin/plank)
16	Göteborg,Bildradiog.13	77	1	Bostadshus,tilläggsisolering
17	Flädie,Gullfiber AB	77	2	Exp.villa tilläggsisolering
18	Vallentuna,Fornminnesv.	77	3	Gavelfasader,70 mm tm-kombi
19	Stockholm,Döbelnsg.	77	3	Gavelfasader,70 mm tm-kombi
20	Göteborg,BESAB	77	1	Stålfiberarmerad puts,exp.yta
21	Skövde,Rockwool AB	77	1	Forskningsprojekt

^a Typbeteckning hänför sig till klassificering enl. FIG.1.

LITTERATUR

- Andersson, A, 1976, Puts och tilläggsisolering. (Byggnadsteknik I LTH). 8s. / Opublicerad stencil. /
- Badische Anilin- & Soda-Fabrik (BASF), Styropor-Hartschaum Technische Information Bauwesen. Ludwigshafen.
- Depke, F, M, 1977, Übersicht über die gebräuchlichen Beschichtungsstoffe. defazet, årg. 31, Nr 1, p. 8-14.
- Dührkop, H, Saretok, V, Sneck, T & Svendsen, S, 1966, Bruk-Murning-Putsning. (Statens Råd för Byggnadsforskning). 440 s.
- Fleury, G, Les systèmes d'isolation thermique par l'extérieur. Isolation, p. 139-147.
- Gunst, A, 1961, Isolieren richtig und rationell mit Rippenstreckmetall. Das Baugewerbe Nr. 12, p. 632-638.
- Heck, F, 1976, Wärmegedämmte Putzfassaden. Deutsche Bauzeitung, Forschung + Praxis, 9/1976, p. 1.1-1.2.
- Häufiglößner, H, Die Fassadendämmung und Sanierung mit Aussenliegende Dämmschichten. Kunststoffe im Bau. H. 25, p. 31-34.
- Klopfer, H, 1976, Anstrichschäden. (Bauverlag). 230 s. Berlin.
- Kossmann, H, Kunstharzgebundene Putze. (Die BASF). 7. s. Mannheim.
- Künzel, H, 1975, Aussenseitige Wärmedämmung und Witterungsschutz. Gesundheits-Ingenieur 96, H. 5, p. 132-139.
- Künzel, H, & Mayer, E, 1976, überprüfung von Aussendämmsystemen mit Styropor-Hartschaumplatten. Deutsche Bauzeitung, Forschung+Praxis, 6/76, p. 783-784.
- Ludes, K & Dahlman, G, 1976, Kunststoffe im Wohnungsbau helfen Energie und Kosten sparen-ein Praxiserfahrungsbericht. Plasticconstruction årg. 6, H. 4, p. 138-142.
- Möller, T, 1951, Redogörelse för experimenthusbygge i Torpa. (Institutionen för byggnadsteknik vid CTH). Göteborg. / Opublicerad stencil. /
- Nycander, S, 1955, Armerad puts. Byggmästaren B 1, p. 8-12.
- Sandin, K, 1976, Putsets och ytskikts inverkan på underlagets fukttillstånd. (Inst. för byggnadsmateriallära vid LTH). 32 s. Lund.

Sell, J, 1974, über Dimensionsänderungen gebräuchlicher Wärmeisolierstoffplatten. Schweizerische Bauzeitung, årg. 92, H. 38, p. 865-868.

Weinmann, K, 1973, Vollwärmeschutz und gehobener Wärmeschutz von Fassaden und Renovierung rissiger Fassaden. defazet, årg. 27, Nr. 4, p. 178-184.

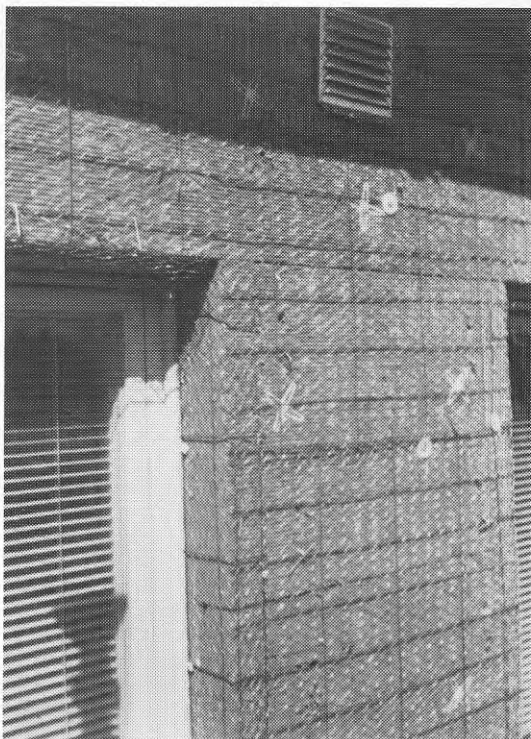
Weinmann, K, 1975, Gehobener Wärmeschutz von Fassaden. Schweizerische Bauzeitung, årg. 93, H. 10, p. 117-120.

Weinmann, K, 1976, Moderner Fassadenschutz. (Akademie Esslingen). Band 8, 106 s. Württemberg.

Komplettering

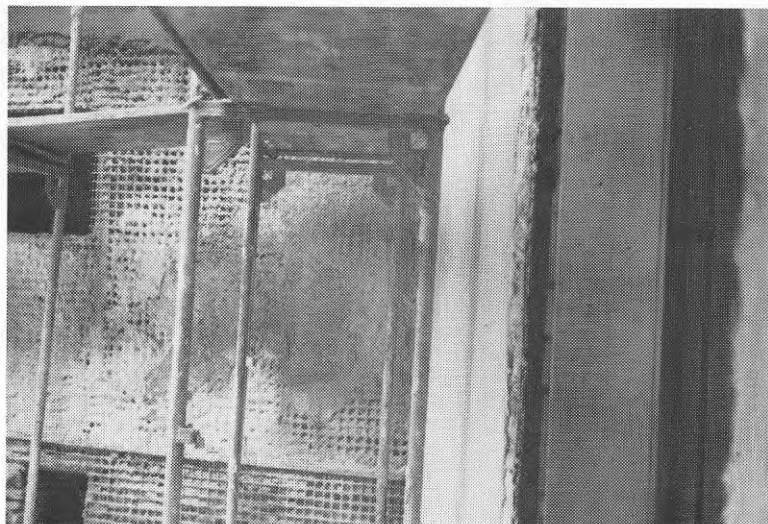
Granholm, H, 1946, Enfamiljshus i Amerika. (CTH:s Handlingar). Nr. 56. Göteborg.

Sandell, B, 1977, Stålfiberarmerad sprutbetong. (Cement-och betonginstitutets informationsdag 1977.03.15.0publicerad stencil.

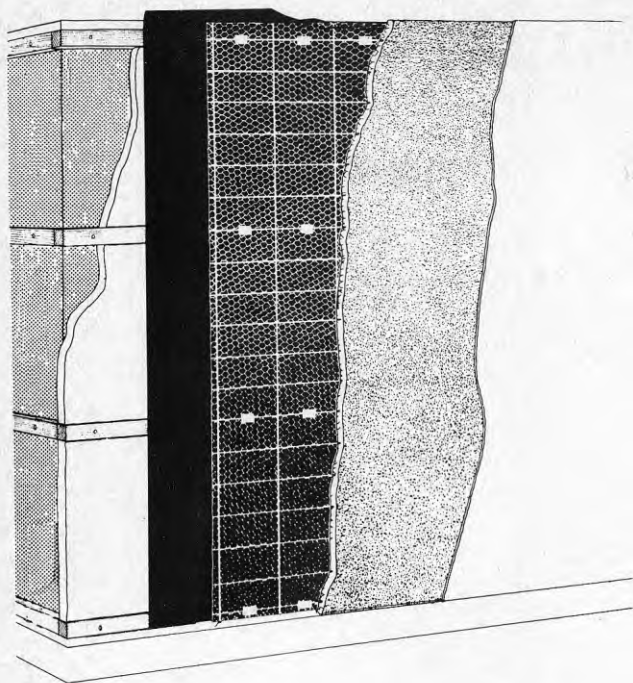


Putsning på utvärdig tilläggsisolering av kontorsbyggnad i Skövde (1976). Heltäckande isolering med 100 mm mineralull. Som led i pågående metodutveckling provades bl a olika slag av putsarmering och infästningselement för denna (se vidare pkt 4.61).

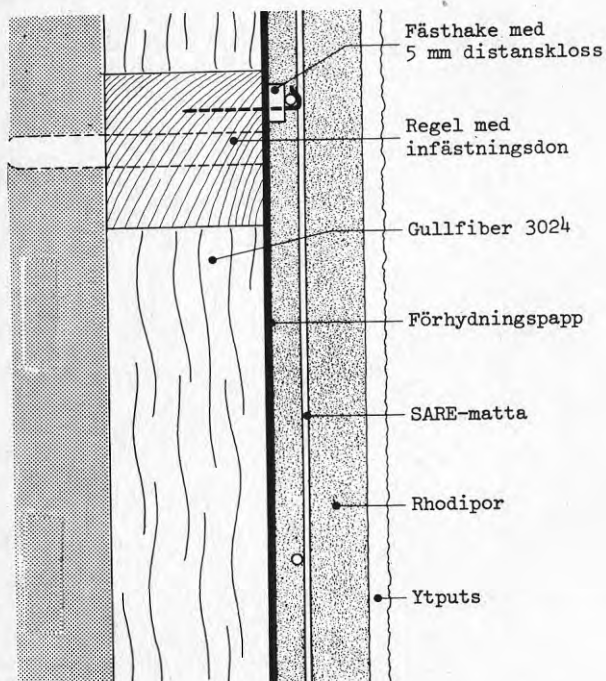




Utvändig renovering av kulturhistoriskt värdefull byggnad i Wetzlar, Västtyskland (1976). Heltäckande tilläggsisolering med mineralull + nätarmering som underlag för mineralisk puts. Isoleringentreprenör Grünzweig & Hartmann AG. Ludwigshafen.



Principskisser visande armerad puts på utvändig tilläggsisolering med mineralull mellan reglar. Fältförsök inom ramen för metodutveckling (se vidare pkt 4.63).



Vertikalsektion

Fästhake med
5 mm distanskloss

Regel med
infästningsdon

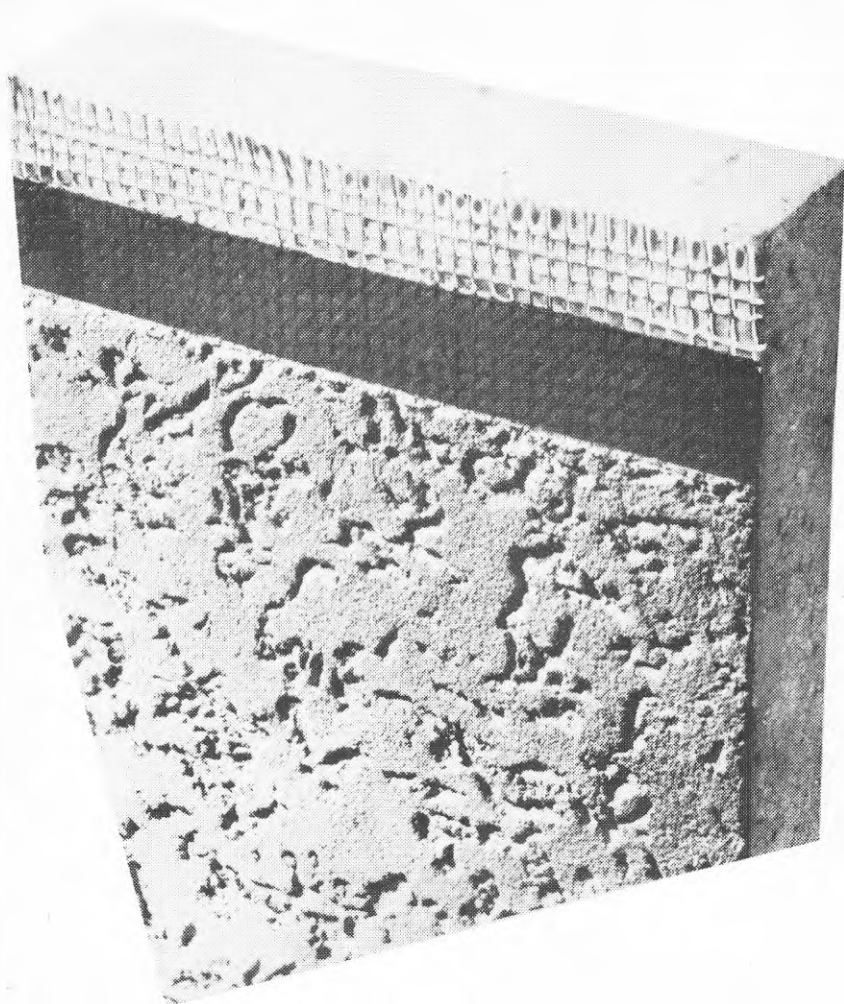
Gullfiber 3024

Förhydningspapp

SARE-matta

Rhodipor

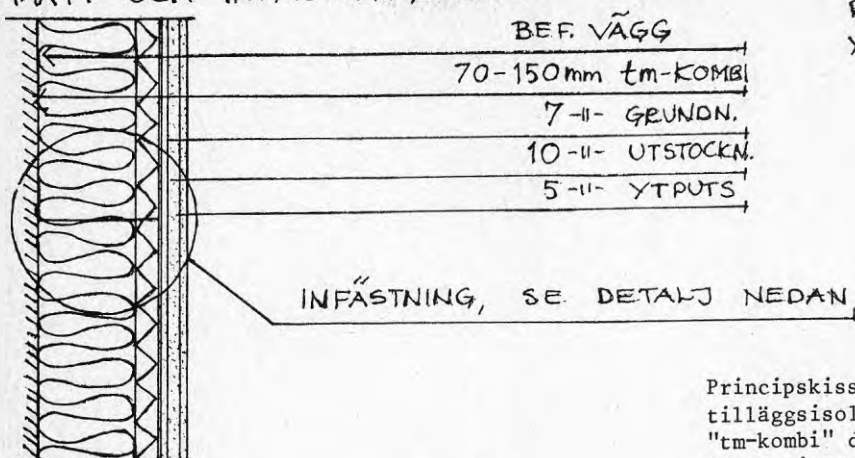
Ytputs



I bl a Västtyskland tillämpas utvändigt tilläggsisolering med cellplast + plastbaserad, glasvävarmerad tunnputs (se vidare pkt 5.1-5.4).

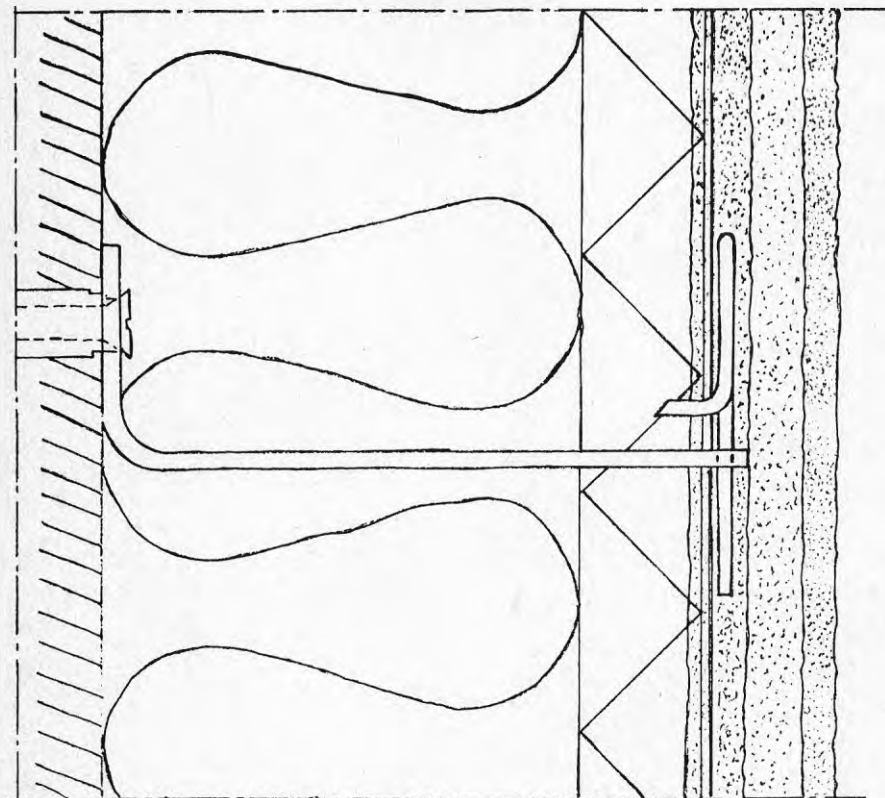
PUTSAD tm-KOMBI (100mm)
VERTIKALSNIITT MED
MÅTT OCH INFÄSTNINGSDETALJ

INFORMATIONSBLAG

REG. BLAD 3
YTTERVÄGGAR

VERTIKALSNIITT, 1:5

Principskisser visande utvändig tilläggsisolering med puts på "tm-kombi" dvs element bestående av mineralull med pålimmad träullsskiva (se vidare pkt 6.1).



INFÄSTNINGSDETALJ MED VINKEL OCH SPRINT, 1:1

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760021-7 från
Statens råd för byggnadsforskning till Folke Hagman, Skövde**

R8: 1978

ISBN 91-540-2801-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6600708

Abonnemangsgrupp:

Z. Konstruktioner och material

Distribution:

Svensk Byggtjänst, Box 1403

111 84 Stockholm

Cirka pris: 22 kr exkl moms