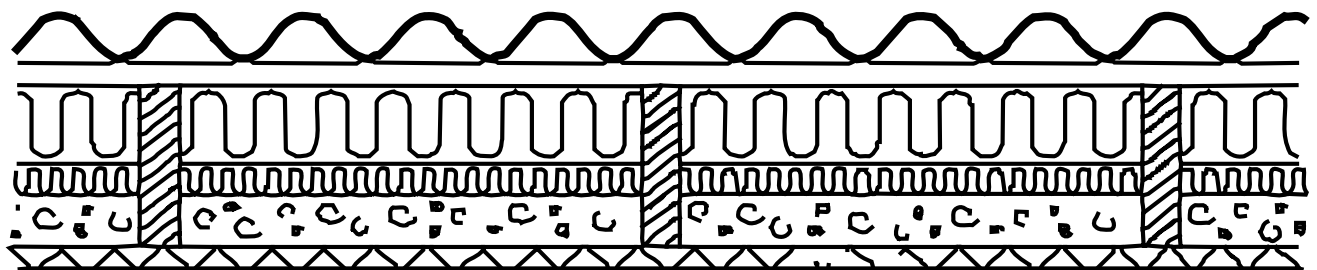


Alternativ isolering i bygninger



- Måling på papirisolering, fåreuld, hør og Perlite

SBI-MEDDELELSE 128 · STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT · 2000



Alternativ isolering i bygninger

- Måling på papirisolering, fåreuld og Perlite

Tove Andersen
Søren Skibstrup Eriksen

SBI-meddelelser er foreløbige rapporteringer og beretninger om forundersøgelser, konferencer, symposier mv.

Denne meddelelse kan frit læses og downloades fra SBI's hjemmeside: www.sbi.dk.

SBI-publikationer udgives i følgende serier: Anvisninger, Rapporter, Meddelelser, Byplanlægning og Beton. Publikationerne kan købes gennem boghandlen eller via et SBI-abonnement.

SBI-abonnement er en rabatordning med mange fordele for dem, der vil sikre sig løbende orientering om væsentlige udgivelser inden for byggeforskningsområdet. Kontakt SBI og hør nærmere, eller slå op på SBI's hjemmeside: www.sbi.dk.

ISBN 87-563-1055-2.

ISSN 1399-8447.

Pris: Kr. 167,50 inkl. 25 pct. moms.

Statens Byggeforskningsinstitut,

Postboks 119, 2970 Hørsholm.

E-post: sbi@sbi.dk

www.sbi.dk

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen:

SBI-meddelelse 128: Alternativ isolering i bygninger. 2000.

Indhold

Forord	4
Sammenfatning	5
Baggrund	5
Formål	5
Undersøgelsesresultat	5
Beskrivelse af projektet	7
Udvælgelse af isoleringsmaterialer	7
Udvælgelse af bygninger	7
Beskrivelse af undersøgelsen	8
Fremgangsmåde	8
Enfamiliehus i Hillerød	10
Beskrivelse af bygningen	10
Beskrivelse af isoleringsmaterialet Papiruld	10
Målinger	10
Vurdering	17
Rækkehus i Virum	18
Beskrivelse af bygningen	18
Beskrivelse af isoleringsmaterialet Perlite	18
Målinger	18
Vurdering	21
Rækkehus i Århus	22
Beskrivelse af bygningen	22
Beskrivelse af isoleringsmaterialet Papiruld	22
Målinger	22
Vurdering	31
Kursusejendom i Vejle	32
Beskrivelse af bygningen	32
Beskrivelse af isoleringsmaterialet Herawool	32
Målinger	32
Vurdering	40
Enfamiliehus i Berlin	41
Beskrivelse af bygningen	41
Beskrivelse af isoleringsmaterialet Iso-Flachs	41
Målinger	41
Vurdering	48
Landejendom i Holeby	49
Beskrivelse af bygningen	49
Beskrivelse af isoleringsmaterialet Isodan/Perlite	49
Målinger	50
Vurdering	54
Specialskole i Svenljunga	55
Beskrivelse af bygningen	55
Beskrivelse af isoleringsmaterialet Ekofiber	55
Målinger	55
Vurdering	67
Bilag 1: Miljø kemi rapport	68
Bilag 2: Måleinstrumenter	72

Forord

Energistyrelsen har i en fireårsperiode afsat 10 millioner kr. pr. år til udvikling og introduktion af miljø- og arbejdsmiljøvenlige isoleringsmaterialer. Energistyrelsen lægger i de kommende år meget vægt på at gennemføre demonstrationsprojekter, hvormed der sker en synlig og effektiv udbredelse af kendskabet til de nye isoleringsmaterialer.

Et demonstrationsprojekt vil blive planlagt og gennemført af Statens Byggeforskningsinstitut i samarbejde med en bygherre. Som et forprojekt til dette demonstrationsprojekt, har Statens Byggeforskningsinstitut gennemført en tilstandsundersøgelse af nogle af de få bygninger, hvor de nye materialer allerede har været anvendt med henblik på at kunne udnytte de erfaringer, som allerede findes på området.

Det har kun været muligt, i et tilfælde, at finde bygninger hvor isoleringsmaterialet har fungeret i mere end to år, og antallet af mulige undersøgelsesprojekter har været meget lille. Det skønnes dog, at de her gennemførte målinger og undersøgelser har stor betydning for den videre planlægning af demonstrationsprojektet.

Statens Byggeforskningsinstitut takker de bygherrer som beredvilligt har stillet deres bygninger til rådighed, samt de materialeproducenter, importører og rådgivende teknikere, der har medvirket til at finde frem til de undersøgte huse.

Statens Byggeforskningsinstitut
Afdelingen for Byggeteknik og Produktivitet december 1999

Jørgen Nielsen, Forskningschef

Sammenfatning

Baggrund

Alternative isoleringsmaterialer har været anvendt i Danmark i enkeltstående tilfælde i de senere år. Dette betyder, at der findes bygninger, hvori det kan undersøges, om disse isoleringsmaterialer fungerer tilfredsstillende med hensyn til fugt og varme. Endvidere er det muligt at undersøge materialernes dimensionsstabilitet, og om materialerne har været modstandsdygtige over for mikroorganismer. Idéen bag projektet er at udnytte dette materiale til at få en hurtig erfaring til brug for nyt byggeri.

Formål

Det er projektets formål at foretage grundige målinger og analyser af alternative isoleringsmaterialer placeret i bygninger, som har været i brug i 1-5 år. Disse målinger skal bl.a. danne baggrund for projektering og installering af alternative isoleringsmaterialer i et demonstrationsprojekt

Undersøgelsesresultat

Undersøgelsen har omfattet 7 bebyggelser. Der er ikke konstateret usædvanlige fugtforekomster, som kan tilskrives isoleringsmaterialerne. Der er konstateret varierende isoleringsevne, som kan tilskrives udførelsen af arbejdet og konstruktionernes beskaffenhed.

For bygninger med papirisolering hvor isoleringsmaterialet indblæses synes problemerne at være, at der ikke overalt opnås en ensartet isoleringsværdi, samt at isoleringen visse steder falder sammen.

For isoleringsmåtter af fåreuld og hør tyder resultaterne på at isoleringsmåtter kryber. Dette er desværre ikke på nuværende tidspunkt endelig belyst, selvom SBI har foretaget et mindre forsøg, der peger på at der foregår en krympning.

For bygninger isoleret med perlite er det konstateret, at isoleringsmaterialet kan drysse ud af konstruktionerne.

Kemisk analyse

Der blev udtaget prøver af isoleringsmaterialerne, disse blev sendt til analyse for indhold af aluminium, bly, cadmium og crom. Analyseresultaterne er vedlagt som bilag 1.

Der er en spredning i analyseresultaterne for prøver af isoleringsmaterialer udtaget forskellige steder i bygningen.

Grunden til spredningen kan ikke forklares på nuværende tidspunkt, men kan skyldes følgende:

- at materialefremstillingen varierer
- at materialerne ændrer sig med tiden.

Analyseresultatet afveg for et enkelt produkts vedkommende så meget fra producentens varedeklaration, at leverandøren iværksatte

en undersøgelse, der afslørede at der var leveret et andet produkt end foreskrevet i projektet.

Konklusion

I forhold til den praktiske anvendelse af de undersøgte isoleringsmaterialer kan konkluderes:

- De indsamlede erfaringer fra undersøgelsen viser, at der under projekteringen bør være øget opmærksomhed omkring udformningen af konstruktionerne, deres tilstand samt arbejdets udførelse.
- Ved udformningen af konstruktionerne er det væsentligt, at der er taget hensyn til at udførelsen af isoleringsarbejdet kan foregå hensigtsmæssigt, fx indblæsningen. Det er væsentligt at være opmærksom på, at det produkt der leveres ikke nødvendigvis er det samme, som der er regnet med ved projekteringen.

Beskrivelse af projektet

Udvælgelse af isoleringsmaterialer

Det blev afklaret hvilke isoleringsmaterialer, der i projektet kunne betragtes som alternative. Det blev set i relation til de isoleringsmaterialer, som fandtes eller som umiddelbart stod for at blive markedsført på det danske marked. Efter en nærmere analyse blev det besluttet at undersøge 6 isoleringsmaterialer:

Tre slags cellulosefibrerisolering, som i det efterfølgende er kaldt papirisolering. Den laves af genbrugspapir, som findes på det danske marked. Ingen af de tre papirisoleringer har været brugt i større omfang i Danmark, og derfor findes der ikke danske erfaringer med dem.

Fåreuld og hør blev udvalgt fordi de er nye på markedet og ikke har været genstand for undersøgelser i Danmark.

Perlite indgik i undersøgelsen, da det også kunne være et alternativt isoleringsmateriale.

Udvælgelse af bygninger

Der blev rettet henvendelse til de enkelte fabrikanter for i første omgang at få en referenceliste over byggerier, som var opført for ca. 1 til 5 år siden. Ønsket var at finde bygninger af en passende alder, samt at få de forskellige konstruktionsprincipper repræsenteret. Det måtte desværre konstateres, at en del af fabrikanterne ikke havde kendskab til, hvor deres produkter var anvendt.

Derfor kom undersøgelsen til at omfatte en blanding af bygninger, som fabrikanterne kunne henvise til, og bygninger, der var fremkommet ved henvendelse til projekterende.

Dette har resulteret i, at der ikke er opnået den optimale sammensætning af bygninger, men følgende materialer og konstruktioner er blevet undersøgt:

Papirisolering (Miljøisolering), tung for- og bagmur

Perlite, tung for- og bagmur samt tag

Papirisolering (Miljøisolering), let for- og bagmur

Fåreuld, let for- og bagmur samt tag

Hør, let for- og bagmur

Papirisolering (Isodan), let for- og tung bagmur, tag af papirisolering og Perlite (Isodan).

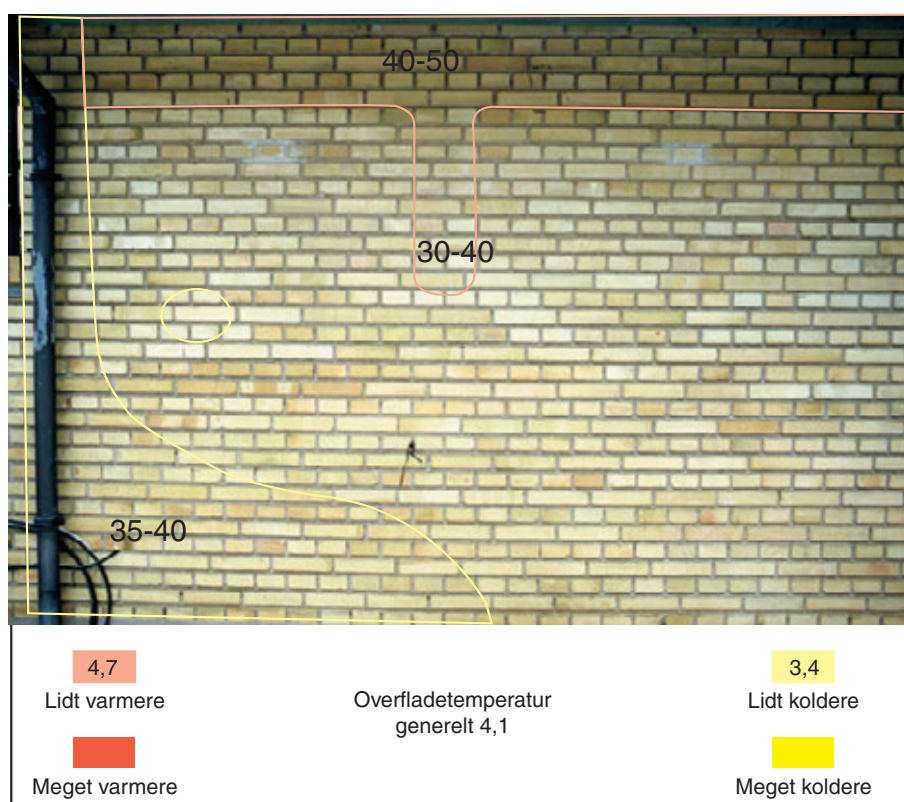
Papirisolering (Ekofiber), tung for- og let bagmur.

Beskrivelse af undersøgelsen

Indledningsvis foretoges der en registrering af alder, anvendelse og placering af de bebyggelser, som indgår i undersøgelsen.

Den enkelte bebyggelse blev først besigtiget og udetemperaturen og den relative fugtighed samt vindhastighed blev målt. Derefter blev samtlige ydervægge termograferet. Da nogle af ydervægskonstruktionerne har en luftspalte bag facademuren, kan det være vanskeligt at få et retvisende billede af, hvordan temperaturfordelingen er på disse vægge og det kan være nødvendigt, at lave termografering indefra.

Resultatet fra termograferingen vises normalt på en skærm som et sort/hvidt billede af temperaturerne, men da dette kan være svært at forstå, er det i stedet valgt at indtegne de aktuelle målinger på et foto af ydervæggen, så man kan se, hvor der er konstateret temperaturforskelle (se figur 1).



Figur 1. Farvefoto, der viser den måde hvorpå resultaterne er vist i rapporten. Der sættes kun tal ind i de farvekoder, der er aktuelle for den pågældende væg. De tal der er angivet på væggen (i dette tilfælde GANN-målingerne) er resultatet af fugtmålinger.

Fremgangsmåde

Alle udvendige facader termograferes for at konstatere, om isoleringen dækker hele væggen (formstabilitet), samt om der er en jævn varmemestrømsfordeling (isoleringsevne). Fugtniveauet måles på facader med "stikbensmåler", se bilag 2, alternativt med "GANNmåler", se bilag 2. Temperatur og relativ fugtighed måles med "Vaisala", se bilag 2, for at kunne udpege evt. særlige fugtige områder, som nærmere skal undersøges. Herunder vurderes, hvorfor fugten er opstået (kondens, indtrængende vand). Ydervæggene gennemmåles indvendigt for at kortlægge en eventuel udbredelse af fugt. I fald der

konstateres fugt i større mængder, bliver væggen åbnet eller undersøgt med tekoskop. En enkelt facade i hver bebyggelse åbnes (hvor dette er muligt) for at undersøge isoleringsmaterialet for temperatur og fugt, samt udtage prøve for kemisk analyse, se bilag 1. Alle konstruktionsdetaljer registreres, hvor dette har været muligt, herunder om der har været anvendt dampspærre, hvor den er placeret, samt hvordan den er afsluttet.

De specifikke resultater for enkelt bebyggelse er omtalt i de efterfølgende afsnit.

Enfamiliehus i Hillerød

Beskrivelse af bygningen

Det undersøgte hus er et fritliggende enfamiliehus, opført 1962 og ombygget 1968. Den oprindelige bygnings ydervægge er efterisoleret med papiruld i november 1996. Bygningen er udpeget af Miljøisolering, der har produceret og udført isoleringsarbejdet. De efterisolerede ydervægge er blank hulumur med gule sten. Loftet følger tagfladen. Huset opvarmes med oliefyr suppleret med brændeovn.

Ejeren oplyser at valget faldt på Papiruld ud fra et ønske om at være miljøbevidst, og fordi ejeren i øvrigt fandt produktet spændende.

Ejerens erfaringer med Papiruld er, at der er opnået en væsentlig reduktion af varmeudgiften. Det anslås, at der i vinteren 1996-97 var opnået en besparelse på ca. 600 - 800 liter olie i forhold til tidligere.

Beskrivelse af isoleringsmateriale, Papiruld

Producentoplysninger:

- Papiruld består af returavispapir og mineralske salte.
- Papiruld kan bruges i langt de fleste konstruktioner, dog ikke direkte mod jord eller til brandsektionering.
- Papiruld er tilmeldt Varmeisoleringsskontrollen.
- Isoleringsmaterialet består af:
 - 85 % findelte papirfibre
 - 9 % aluminium hydroxid
 - 3 % borax
 - 3 % borsyre.
- Papiruld installeres med densiteter på 28 - 40 kg/m³ afhængig af konstruktionstype.
- Papirulden udlægges på flader eller indblæses i hulrum.

Målinger

Målingerne blev gennemført den 3. og 4. februar 1998.

Termografering blev foretaget den 3. Februar 1998.

Temperatur og fugt

Ude:

Relativ luftfugtighed: 69 %

Temperatur: 0,0 °C

Vindhastighed: 1,4 m/s

Overskyet

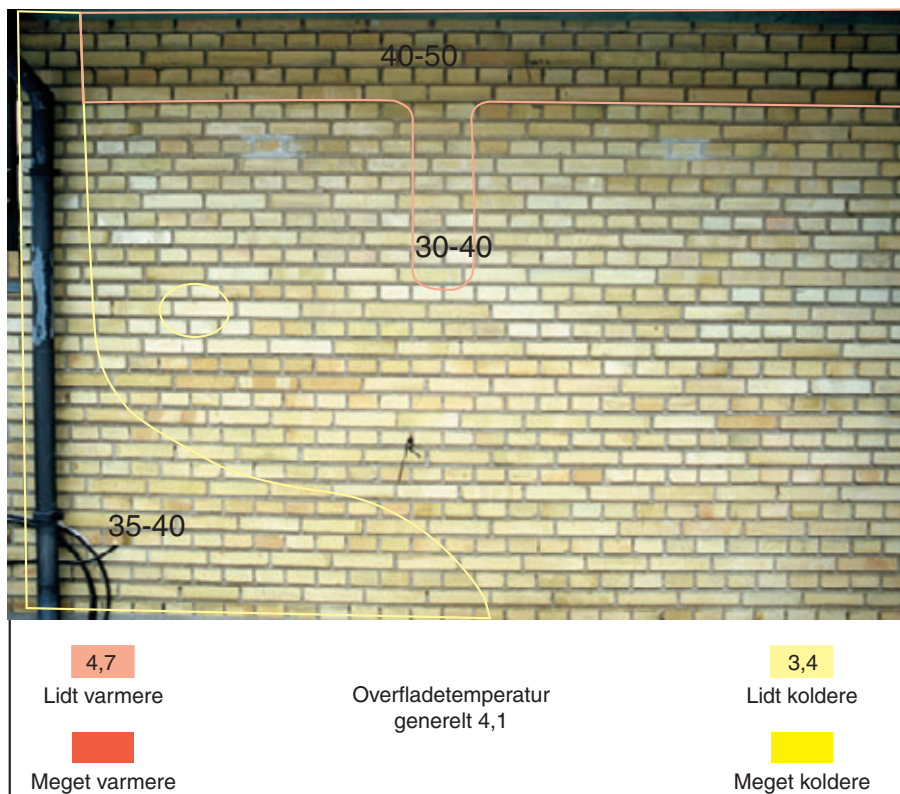
Inde:

Relativ luftfugtighed, stuen: 47 %

Temperatur, stuen: 19,4 °C

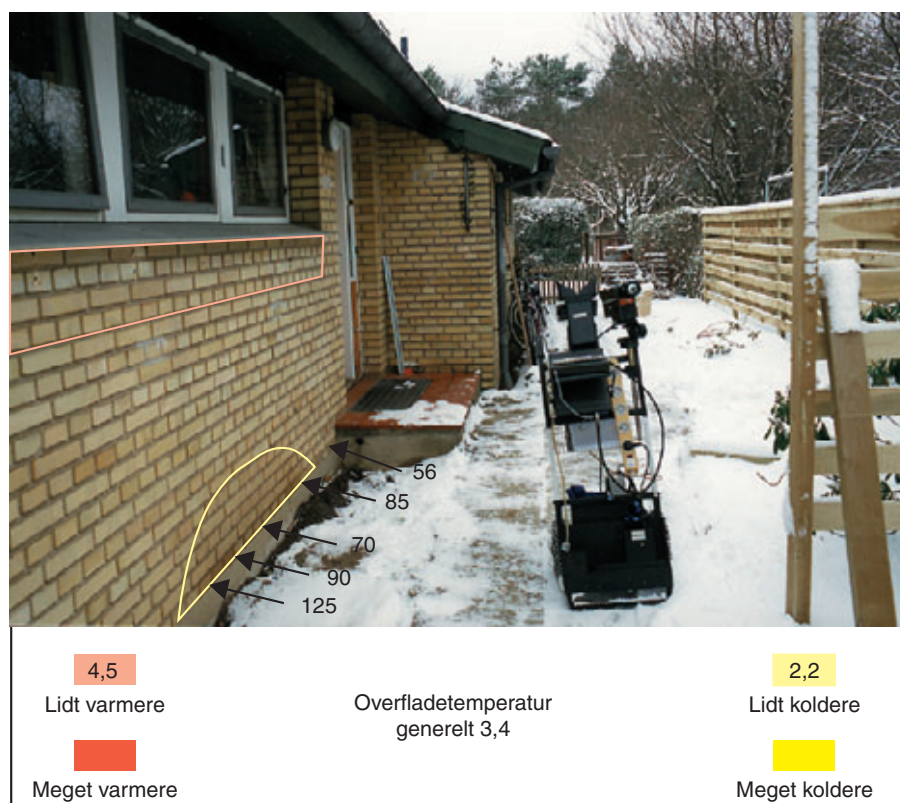
Relativ luftfugtighed, bad: 48 %

Temperatur, bad: 18,2 %



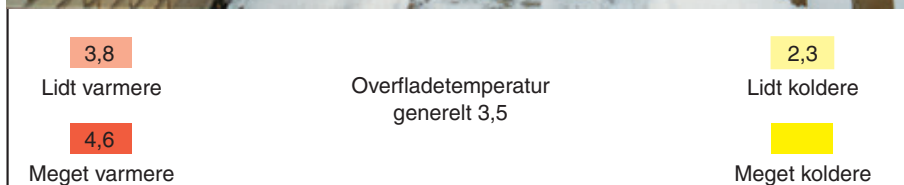
Figur 2. Østfacade ud for stue, hvor målinger er indskrevet og tegnet. De sorte tal på foto angiver fugtighed målt med GANN.

Det varme bånd under tagudhæng skyldes, at konstruktionen ikke er isoleret, idet muren er massiv. Den koldere overfladetemperatur der går fra havemuren og ned langs fundamentet skyldes vinden omkring hjørnet. Pletten med koldere overfladetemperatur skyldes fugt.



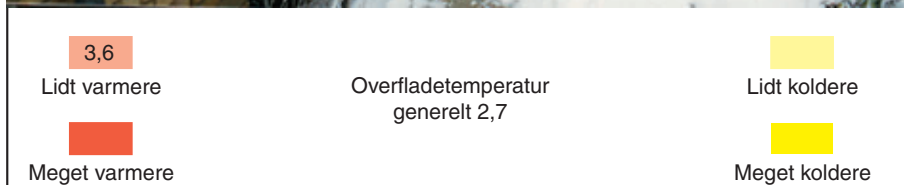
Figur 3. Østfacade ud for køkkenet.

Tallene viser resultater fra GANN målinger. Det varmere bånd under køkkenvinduerne skyldes, at konstruktionen ikke er isoleret, da muren er massiv. Det koldere og fugtigere område uden for køkkenet må tilskrives to forhold: 1. Vand fra køkkeninstallationerne, idet ejeren oplyste, at der inden for det sidste halve år havde været vandskade fra køkkenvask og opvaske-maskine. 2. Opsprøjt på facade fra tagrende, der løb over (figur 10).



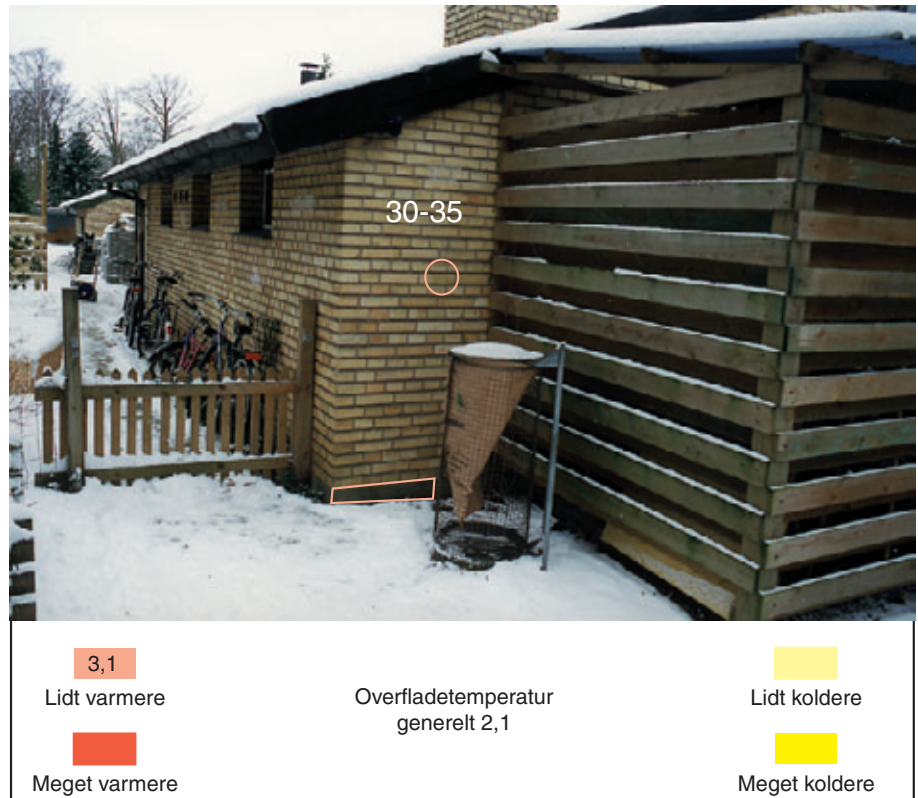
Figur 4. Østfacade ud for indgang.

Det lidt varmere område til højre for døren må tilskrives, at murpillen er massiv. Det varmere område i hjørnet kan forklares med sammenbygningen i hjørnet, det indadgående hjørne. Det koldere område på det sydvendte facadefremspring kan forklares med, at der er blæst omkring det udadgående hjørne.



Figur 5. Østfacade ud for badeværelser. De hvide tal viser måling med GANN.

Det varmere bånd langs taget og under vinduerne skyldes, at konstruktionen ikke er isoleret, da de øverste skifter er fuldt udmuret, det samme gælder under vinduerne.



Figur 6. Nordgavl. De hvide tal viser måling med GANN.

Det varmere område langs fundamentet skyldes formentlig, at der er faldet mørtel ned i hulrummet under opførelsen, så det ikke har været muligt at isolere dette område. Den varmere plet kan skyldes, en mørtelklat, der gør at der ikke kan isoleres på det pågældende sted.



Figur 7. Nordgavl, området dækket af brændeskur. Temperaturen var ens 1,8 °C over hele vægfladen.



Figur 8. Nordfacade, gavltrekan-
ten. Overfladetemperaturen var ens, 2,1 °C på hele gavltrekan-
ten.

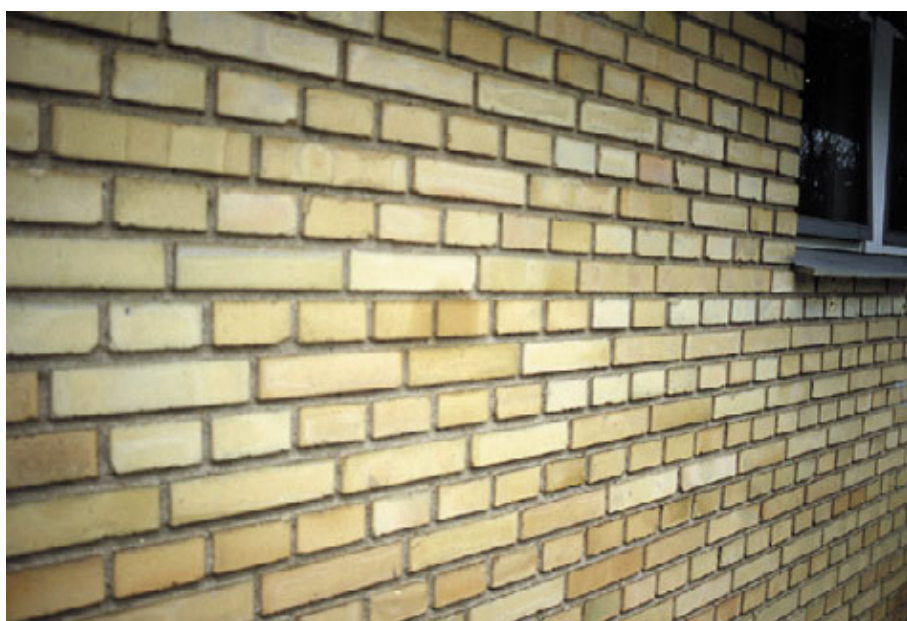


Figur 9. Vestfacade.

Det varme bånd under taget og under vinduerne skyldes, at konstruktionerne ikke er iso-
lerede, da muren er massiv. Grunden til, at det kun er en varmere trekant ved hushjørnet er,
at der er lidt vind omkring hjørnet.



Figur 10. Østfacade ud for køkken. Vandet fra tagrenden løber over ved regnvejlr og slår op på facaden.



Figur 11. Våd plet på østfacade ud for stue, efter regnvejlr.



*Figur 12. Mursten er udtaget på østfacaden ud for stue, våd plet efter regnvej (se figur 11).
Papirisoleringen føltes tør, men den relative fugtighed målt til 92 %.*

Vurdering

Der er ved måling af den relative luftfugtighed i isoleringsmaterialet ikke konstateret fugtforhold som afviger fra, hvad der må forventes for årstiden.

Ved udtagning af prøver af materialet føltes isoleringsmaterialet hverken vådt eller fugtigt, og der var heller ikke tegn på at dette havde været tilfældet på et tidligere tidspunkt. Der var heller ikke tale om lugt af mug eller lignende, som kunne tyde på et for højt fugtniveau.

De varmere områder på ydersiden af ydervæggene skyldes i hovedsagen fuldt udmurede vægområder. Der fandtes dog områder, hvor isoleringsevnen ikke var så god som i resten af væggen. Dette skyldes formentlig, at det ikke har været muligt at få papirisoleringen ind de pågældende steder.

Rækkehus i Virum

Beskrivelse af bygningen

Bygningen er et rækkehus som er opført i 1953 og i 2 etager. Ydervæggene består af hule teglstensmure. Også indervæggene er af tegl. I stueetagen er placeret stue, køkken, wc og bryggers. På 1. sal er værelser og bad placeret. Taget er med teglsten.

Huset blev efterisoleret i 1983 med Perlite i ydervægge og etageadskillelserne. Grunden til efterisoleringen var, at der i bebyggelsen boede en håndværksmester som tilbød at indblæse Perlite. De enkelte bygningsejere accepterede et tilbud fra ham.

Der blev i wc-rum i stueetagen konstateret drys af Perlite fra etageadskillelsen.

Da undersøgelsen blev foretaget, var det ikke praktisk muligt at undersøge loftisoleringen.

Alle ydervægge er isoleret med Perlite. Det samme gælder etageadskillelsen.

Beskrivelse af isoleringsmaterialet, Perlite

Producentoplysninger:

- Perlite er en ekspanderet vulkansk sten.
- Den indeholder oxider, heraf 75 % siliciumoxid og 13 % aluminiumoxid.
- Perlite bliver behandlet med 0,2 % silicone-harpiks, som brændes fast for at gøre den vandafvisende.
- Perlite er tilmeldt Varmeisoleringskontrollen.

Målinger

Målingen blev gennemført den 6. 2. 1998.

Temperatur og fugt

Ude:

Temperatur 4,9 °C

Relativ luftfugtighed 49 %

Vindhastighed 0,6 m/s.

Inde:

Mod vej:

Temperatur 14,2 °C

Relativ luftfugtighed 73 %

Mod haven:

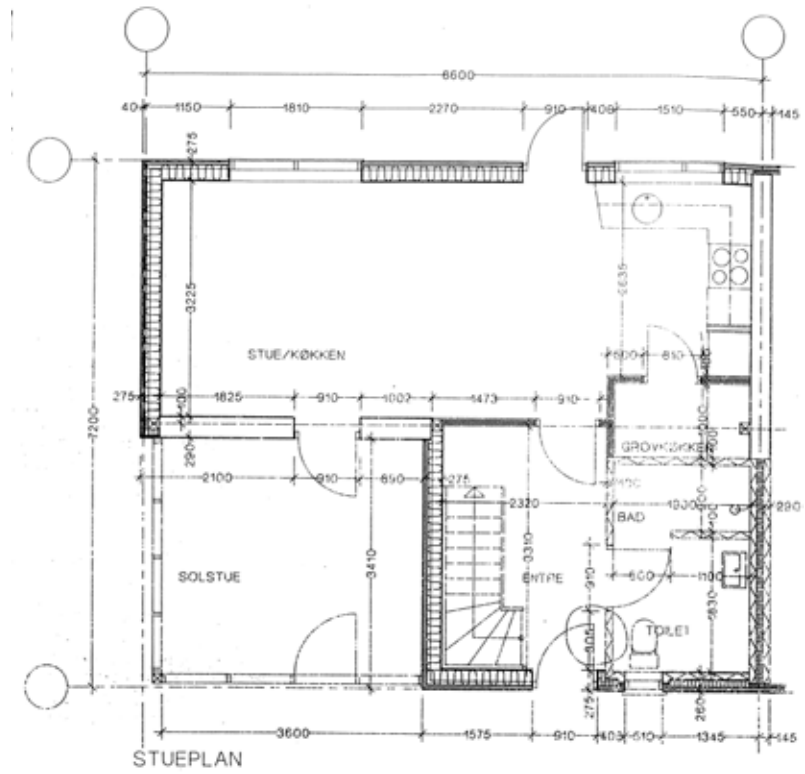
Temperatur 16,7 °C

Relativ luftfugtighed 57 %

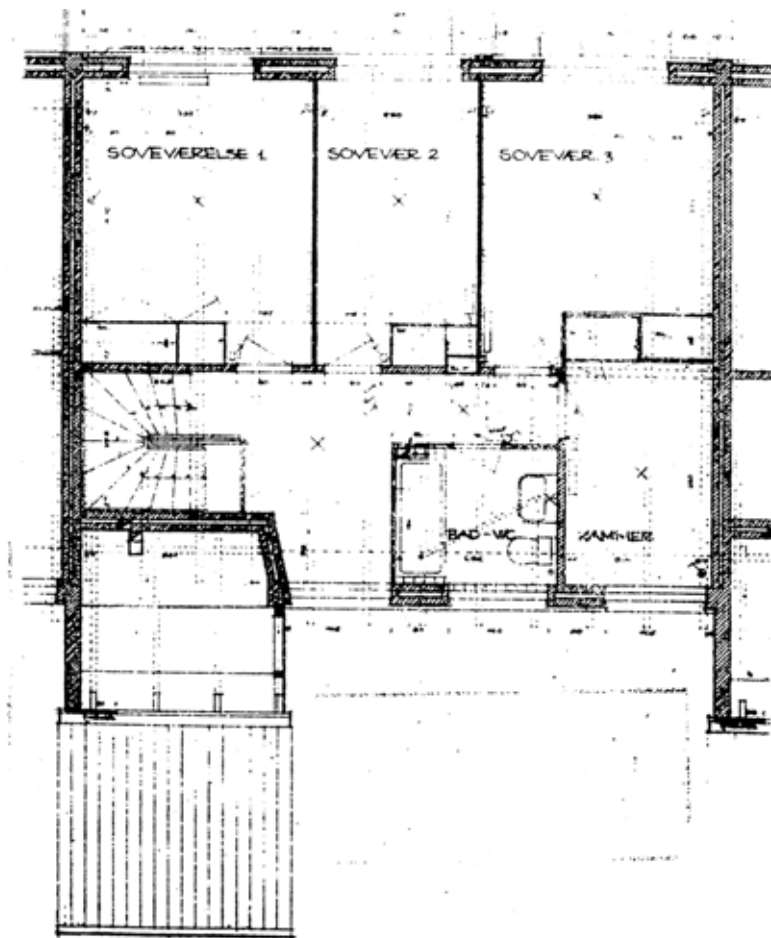
I isoleringen

Temperatur 15 °C

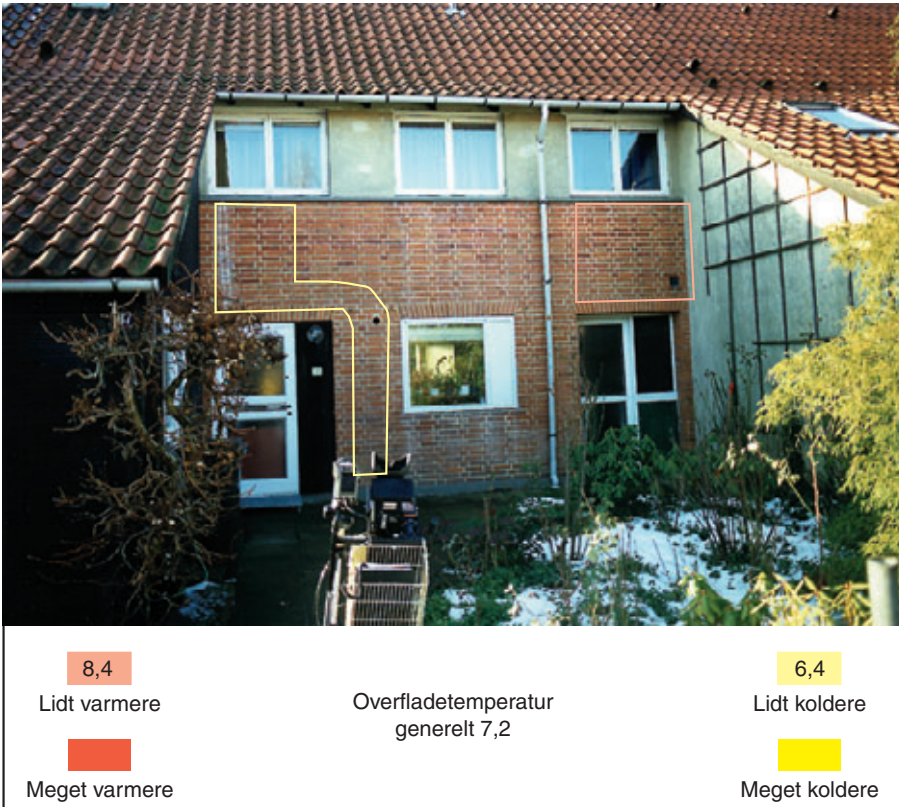
Relativ luftfugtighed 67 %



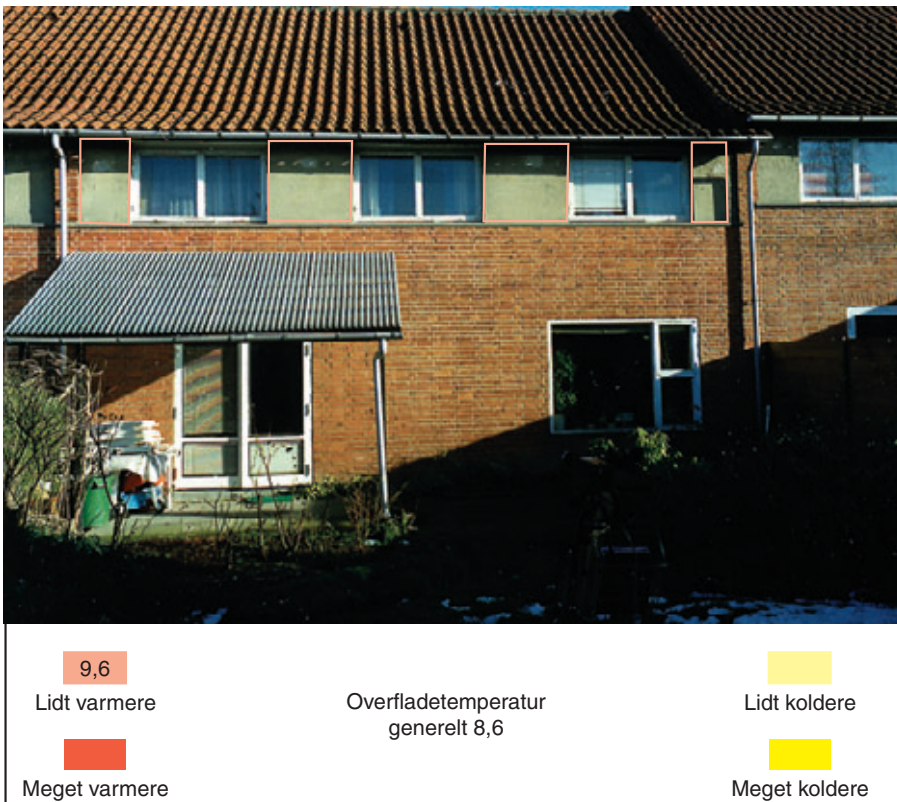
Figur 13 Plan over stueetage



Figur 14. Plan over 1. sal



Figur 15. Facade mod vej. Måling med GANN viste 35 over hele væggen.
 Temperaturen på væggen svinger noget og det er svært at give en generel forklaring på dette, men det kan skyldes at det ikke har været muligt at komme den samme mængde Perlite ned alle steder.



Figur 16. Facade mod haven. Måling med GANN viste 30 over hele væggen.
 De varmere områder på 1. sal, skyldes formentlig at det ikke har været muligt at komme den samme mængde Perlite i dette område som i væggen i stueetagen.

Vurdering

Der er ved måling af den relative luftfugtighed i isoleringsmaterialet ikke konstateret fugtforhold, som afviger fra, hvad der må forventes for årstiden.

Ved udtagning af prøver af materialet føltes isoleringsmaterialet hverken vådt eller fugtigt, og der var heller ikke tegn på, at dette havde været tilfældet på et tidligere tidspunkt. Der var heller ikke tale om lugt af mug eller lignende, som kunne tyde på et for højt fugtniveau.

Temperaturen varierer over facaden. Dette kan skyldes, at det ikke har været muligt at få en ensartet isolering på grund af murens opbygning, eller at der er tale om kanalmure.

Rækkehus i Århus

Beskrivelse af bygningen

Bygningen er et enderækkehus i 2 planer opført i 1995. Alle yder-vægge og lofter er isoleret med Papiruld fra Miljøisolering, selv om alle tegninger beskriver, at det skulle være Isodan.

Væggene, der er udført som lette træfacader, er isoleret med 200 mm Papiruld. Taget er isoleret med 300 mm Papiruld. Projekt-tegninger er vist på figurerne 18 – 20 og 29.

Papirulden er indblæst i hulrum.

Beskrivelse af isoleringsmaterialet, Papiruld

Producentoplysninger:

- Papiruld består af returavispapir og mineralske salte
- Papiruld kan bruges i langt de fleste konstruktioner, dog ikke direkte mod jord eller til brandsektionering
- Papiruld er tilmeldt Varmeisoleringskontrollen.
- Isoleringsmaterialet består af:
 - 85 % findelte papirfibre
 - 9 % Aluminium hydroxid
 - 3 % Borax
 - 3 % Borsyre
- Papiruld installeres med densiteter på 28 - 40 kg/m³ afhængig af konstruktionstype.

Målinger

Målingerne blev gennemført den 9. og 11. februar 1998.

Temperatur og fugt

Ude:

Temperatur 7,1 °C

Relativ luftfugtighed 87 %

Vindhastighed 0,8 m/s

Inde:

Temperatur i stue 19,8 °C,

Relativ luftfugtighed 51 %

Temperatur i badeværelse 19,7 °C,

Relativ luftfugtighed 63 %

Temperatur i kammer mod vej 19,6 °C,

Relativ luftfugtighed 51 %

Temperatur i gang 19,7 °C

Relativ luftfugtighed 52 %

Temperatur i soveværelse 19,6 °C,

Relativ luftfugtighed 52 %

Temperatur i udestue 9,3 °C,

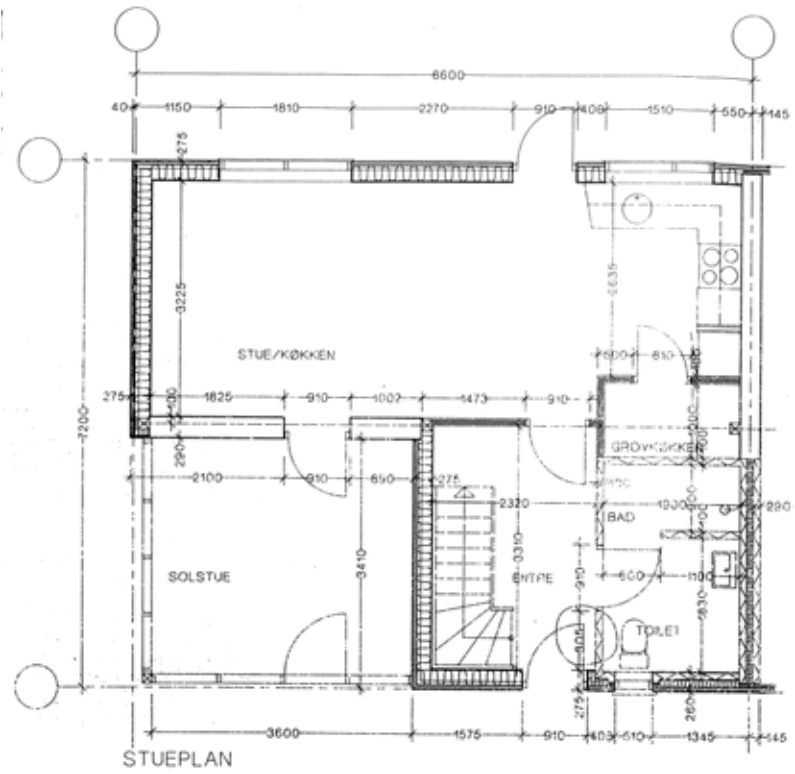
Relativ luftfugtighed 76 %

Fugt i lervæg

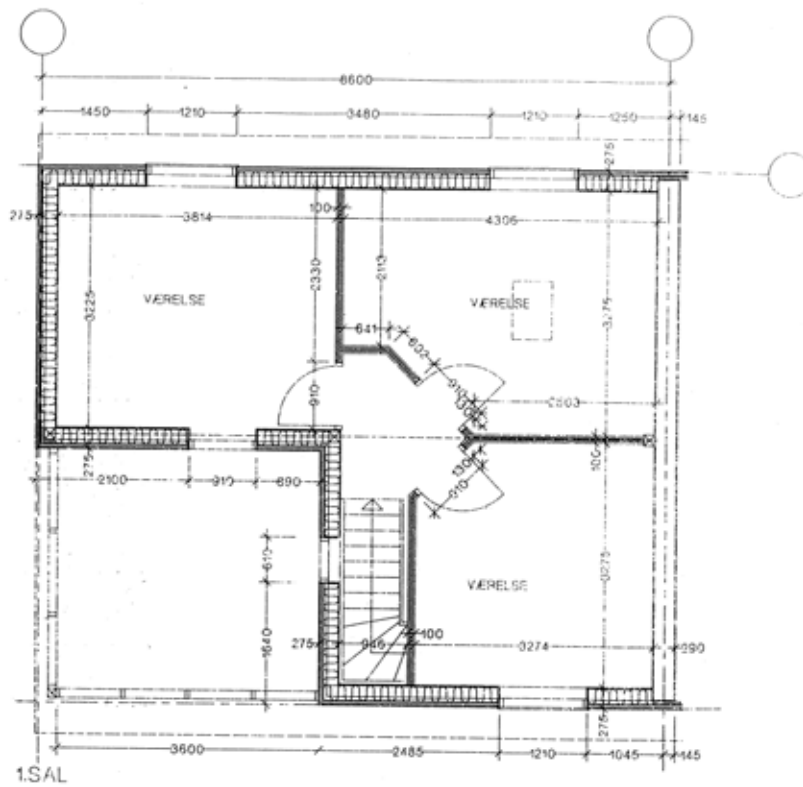
Lervæg (lejlighedsskel) i kammer mod vej, målt med GANN 80-95

Lervæg (lejlighedsskel) i kammer mod sti, målt med GANN 80-105

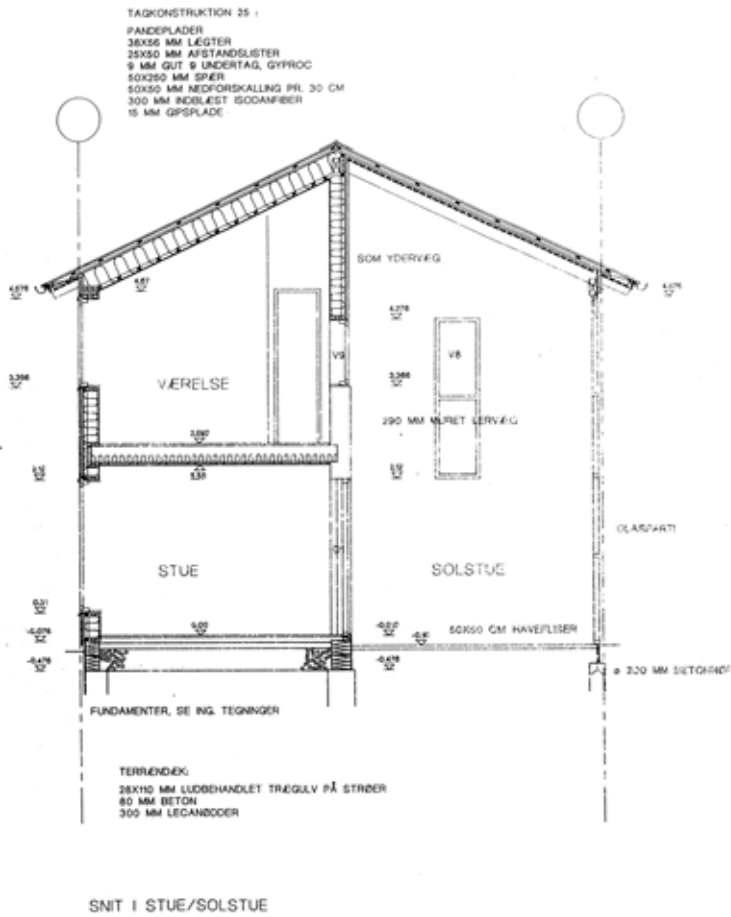
(Enkelte lersten på GANN 110-115)



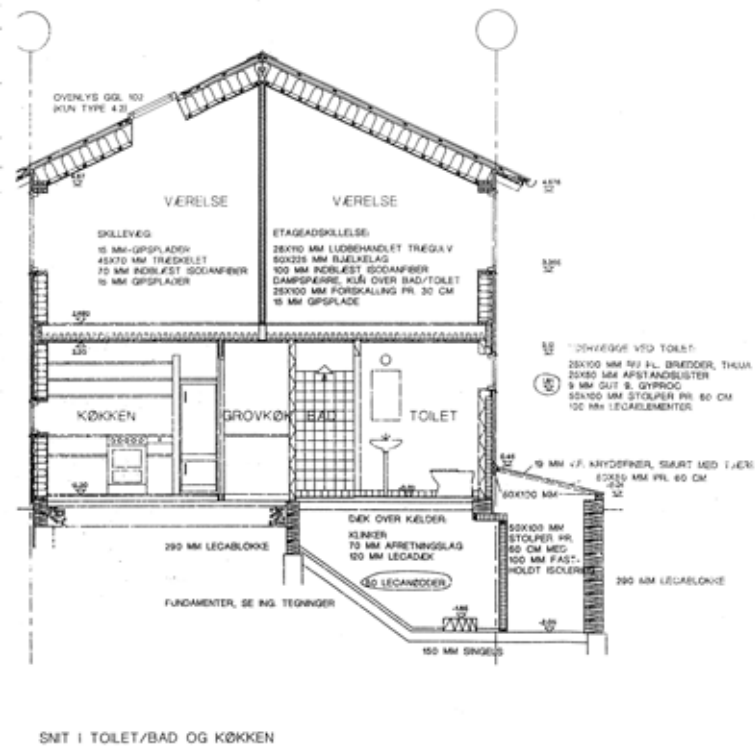
Figur 17. Plan over stueetagen



Figur 18. Plan over 1. sal



Figur 19. Lodret snit i stue og solstue

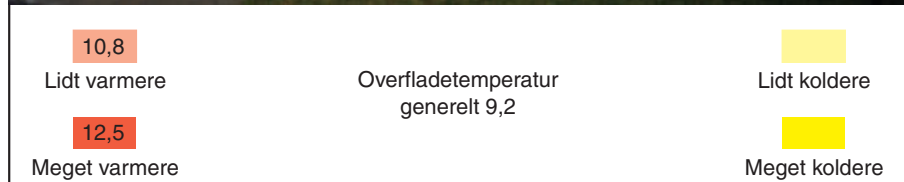


Figur 20. Lodret snit i toilet/bad og køkken



Figur 21. Facade mod Vest.

Overfladetemperaturen var generelt 9,6 °C. Fugtmåling med stikbømsmåler viste 16 – 17 % fugt i træbeklædningen.



Figur 22. Facade mod øst.

Fugtmåling med stikbømsmåler viste 14-15 % fugt i træbeklædningen. Grunden til de varmere områder er, at isoleringsmængden er mindre her end i resten af facaden.

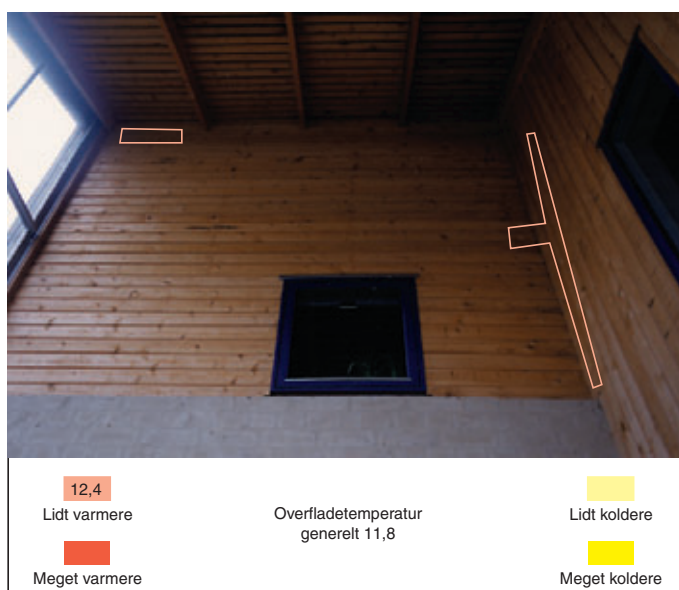


Figur 23. Gavl mod syd.
Fugtmåling med stikbensmåler viste 16-17 % fugt i gavlen. Området som er varmere er kanten af en lem til varmerør.



Figur 24. Gavl mod syd efter regnvej.

Grunden til de lyse brædder er, at disse udtørres hurtigere end resten af beklædningen på grund af det varmere område. Figuren svarer til figur 23.



Figur 25. Væg i udestue, mod stue.

Det varmere område skyldes mængden af isoleringsmaterialet er mindre end på resten af væggen, eller at isoleringsmaterialet er faldet sammen.



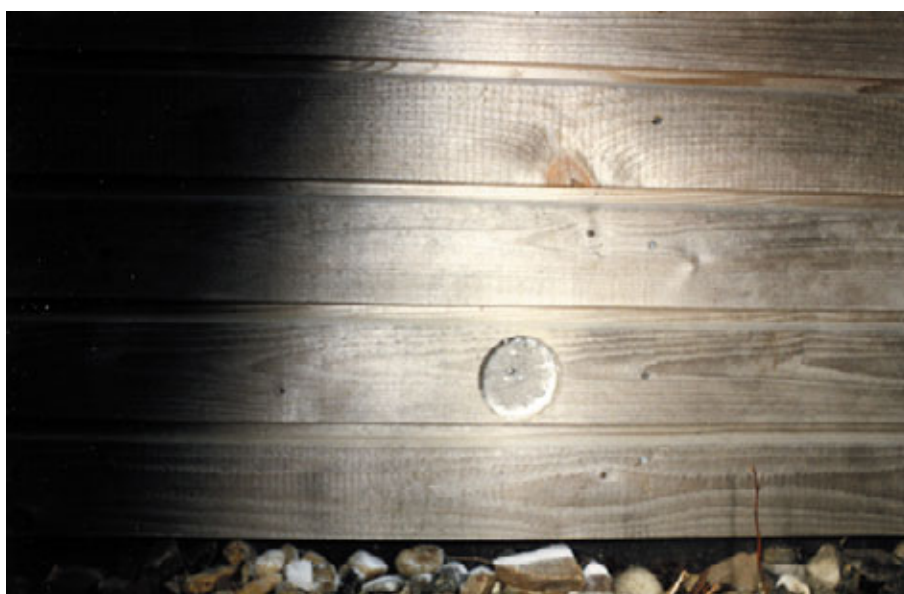
Figur 26. Væg bag glasfacader.

Temperaturen på de 12,9 °C og 13,6 °C ligger omkring bræddesamling med en lægte bag, og kan derfor skyldes, at isoleringsmaterialet ikke når op til lægten, eller er faldet sammen.



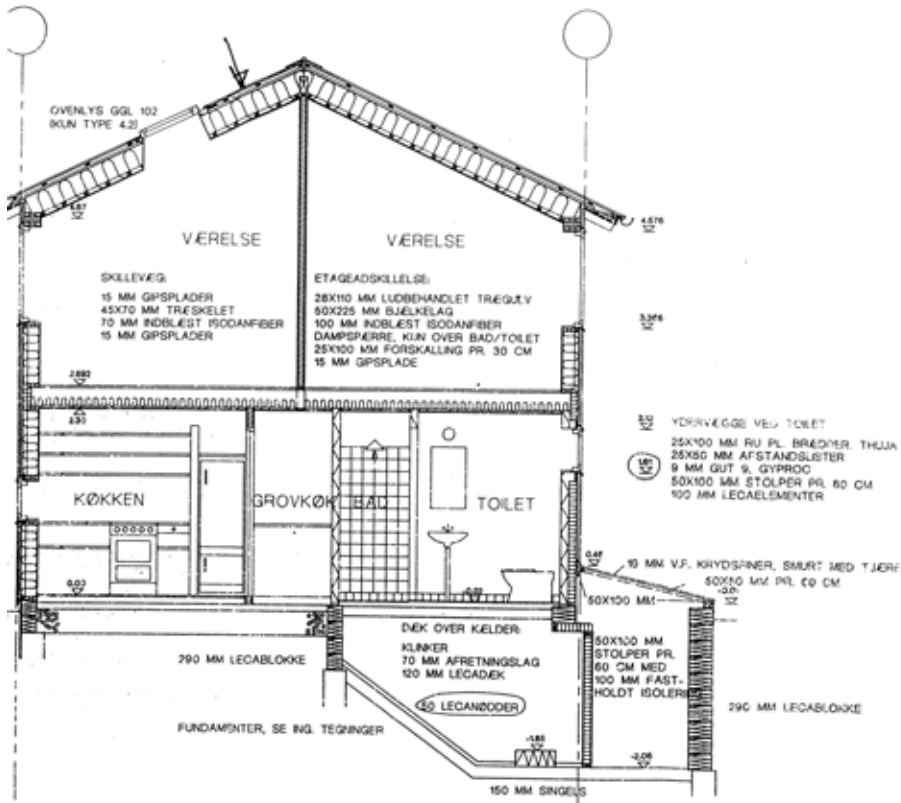
Figur 27. Hul boret ved tag på et sted hvor der var højere temperatur end på resten af væggen.

Isoleringen var væsentlig løsere her end i resten af væggen. Ved at fjerne isoleringen, som her skulle have været ca. 20 cm, men kun var 6 cm, blev der fundet sort plast, der havde været brugt som afdækning ved opførelsen, men som ikke var fjernet.



Figur 28. Hul boret fornedden, til venstre for hoveddør.

Temperaturen i isoleringen blev målt til 8,2 °C. Den relative fugtighed i isoleringen blev målt til 90 %. Tykkelsen af isoleringen blev målt til 20 cm. Papiruldens densitet var meget større i hullet boret fornedden i konstruktionen, end i hullet boret ved taget (se figur 27).



SNIT I TOILET/BAD OG KØKKEN

Figur 29. Måling af fugt på loftet

Her findes et område på ca. 1 x 1 m, som er 2,1 °C lavere end resten af loftet. Det kunne godt se ud som om der ikke er så meget isolering som på resten af loftet.



Figur 30. Hul boret i lervæg, som er lejlighedsskel.

Lervæggen er anvendt, fordi man gerne ville have en mulighed for en fugtregulering af rummet. Fugtindholdet i væggen varierede fra 85 - 115, målt med GANN. Grunden til at der blev boret i lervæggen, var for at måle om fugten kun var i overfladen. Ved måling i huller som blev boret til en dybde af ca. 15 cm, viste det sig at lervæggen var væsentlig mere våd i 15 cm dybde og GANN viste 150.

Vurdering

Der er ved måling af den relative luftfugtighed i isoleringsmaterialet ikke konstateret fugtforhold, som afviger fra, hvad der må forventes for årstiden.

Ved udtagning af prøver af materialet følte isoleringsmaterialet hverken vådt eller fugtigt, og der var heller ikke tegn på at dette havde været tilfældet på et tidligere tidspunkt. Der var heller ikke tale om lugt af mug eller lignende, som kunne tyde på et for højt fugtniveau.

Der er konstateret flere områder på den udvendige side af ydervæggene, hvor der er højere temperatur end på overfladen generelt. Dette gælder også for tagkonstruktionen. Densiteten af isoleringen i væggene er konstateret at variere (mindst foroven og højest for neden), og der er steder hvor isoleringen ikke når helt op til lægterne.

Dette kan skyldes dårlig udførelse, eller at isoleringen er faldet sammen.

Kursusejendom i Vejle

Beskrivelse af bygningen

Bygningen er en gammel stald, som er blevet ombygget til kursus-ejendom. Dette er sket ved, at det indvendige af bygningen er blevet udskiftet, og der er sat nye og større vinduer i facaderne. Under nogle af vinduerne er der udført brystningspartier, som er blevet isoleret med fåreuld (Herawool). Taget er blevet efterisoleret med fåreuld. Alle indvendige vægge er isoleret med fåreuld.

Bebyggelsen er udpeget af HBC (Holbæk Byggemateriale Compagni a/s), som sælger fåreuld.

Tagkonstruktionerne viste sig at være udført som vist på figur 42 og 43.

Beskrivelse af isoleringsmaterialet, Herawool

Producentoplysninger:

- Herawool fremstilles af fåreuld:
- Antændelsestemperatur 560 °C.
- Fåreuldsisoleringen er behandlet med borsalt og urinstofforbindelser til brandbeskyttelse og beskyttelse mod keratin-fordøjende insekter, som fx møl.
- I følge DIN 4102 henregnes fåreuldsisoleringen til brandklasse B2.
- I salgsmaterialerne fremhæves fåreuldens fugtregulerende samt lydtekniske egenskaber.

Målinger

Målingerne blev gennemført den 10. og 12. februar 1998.

Temperatur og fugt

Ude:

Temperatur 7,6 °C

Relativ luftfugtighed 89 %

Vindhastighed 1,6 m/s

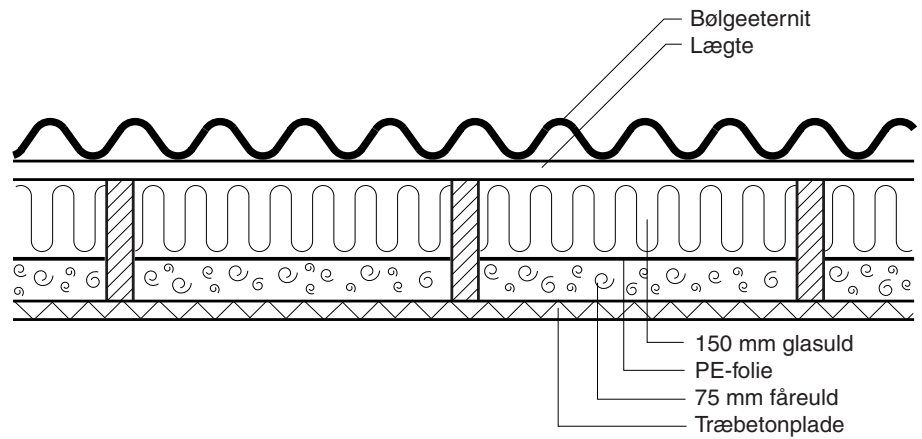
Vejret var overskyet.

Inde:

Temperatur 17,4 °C

Relativ luftfugtighed 51 %

Taget blev åbnet den. 12 februar 1998. Det blev konstateret, at taget er udført forskelligt på de to sider af huset.



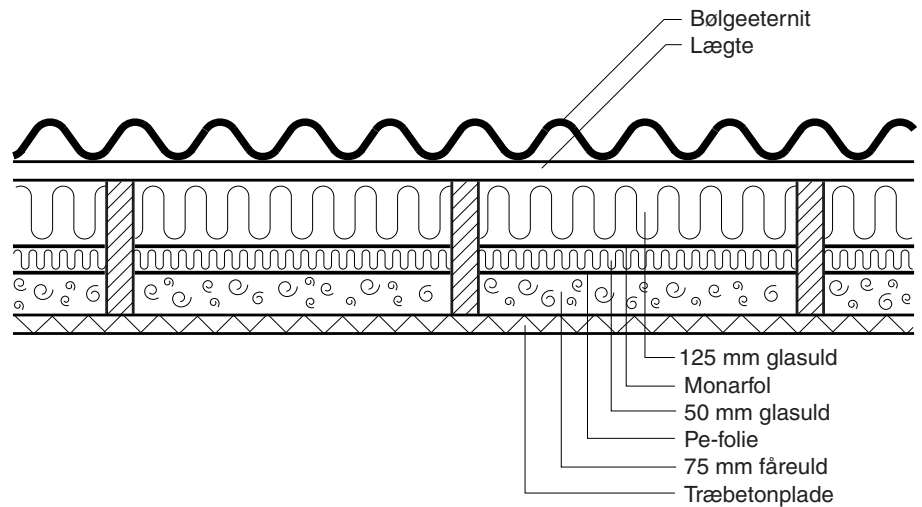
Figur 31. Tagkonstruktion, mod stuehus.

Temperaturen i fåreulden målt til 15,6 °C.

Relativ luftfugtighed i fåreulden målt til 67 %.

Temperaturen i Glasulden målt til 15 °C.

Relativ luftfugtighed i Glasulden målt til 90 %.



Figur 32. Tagkonstruktion mod mark.

Temperaturen i isoleringen af fåreuld måltes til 18 °C.

Den relative luftfugtighed i fåreulden måltes til 61%.

Temperaturen i 125 mm Glasuld måltes til 16 °C.

Den relative luftfugtighed i 125 mm Glasuld måltes til 87%.



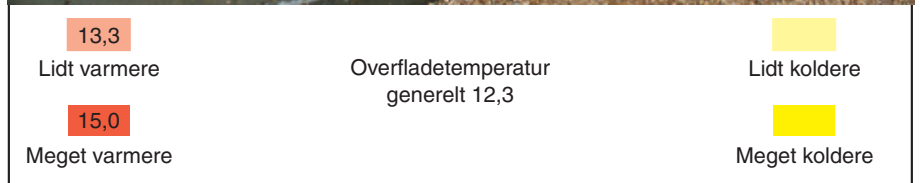
Figur 33. Et stykke af facaden mod mark.

Målinger er kun foretaget på brystningsparti af træ. Træpartiets overfladetemperatur er generelt 9,0 °C. Fugtindholdet i toppen af træpartiet er målt til 16 % og til 17 % i bunden.



Figur 34. Et stykke af facaden mod mark.

Målinger er kun foretaget på brystningsparti af træ. Træpartiets overfladetemperatur er generelt 10,4 °C. Fugtindholdet i toppen af træpartiet er målt til 17 % og til 18 % i bunden.



Figur 35. Karnap mod mark.

Det varme område til højre og venstre for dør skyldes, at afslutning ikke er udført ordentligt, og der er ikke opnået lufttæthed.



Figur 36. Bølgeeternitplade fjernet (tag mod stuehus).

Fåreulden kan ses igennem Pe-folien. Måling af temperatur og relativ luftfugtighed (se figur 31).



Figur 37. Bølgeeternitplade fjernet (tag mod mark).

Under øverste lag Glasuld ses monarfol. Gennem monarfol ses nederste lag glasuld.
Måling af temperatur og relativ luftfugtighed (se figur 32).



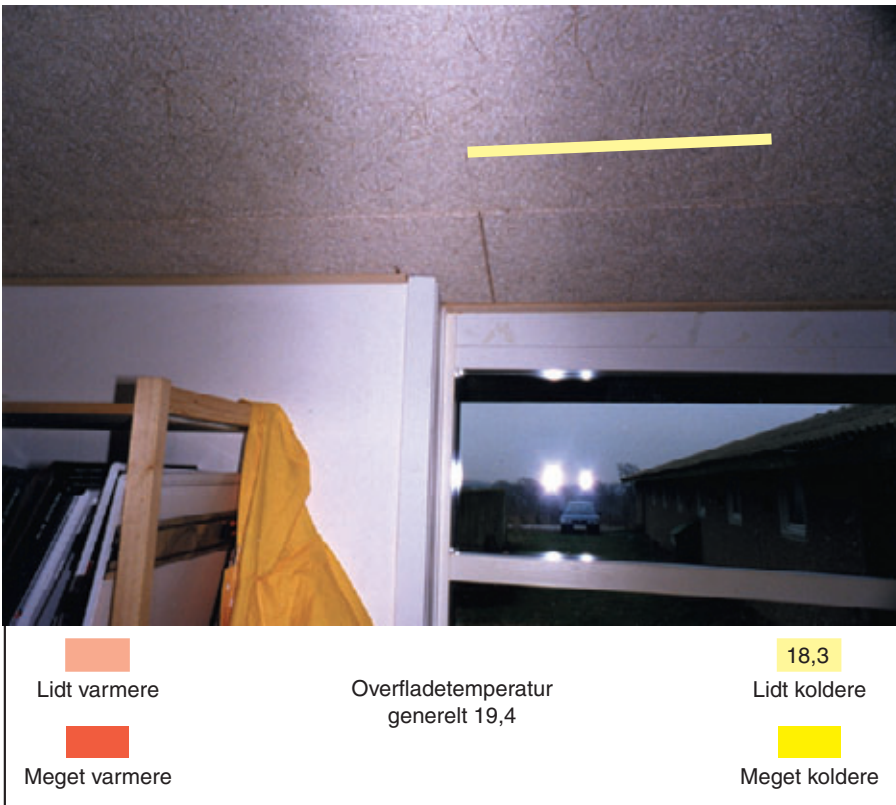
Figur 38. Loftsplade nedtaget i gangen. Isoleringsmåtterne når ikke sammen.



Figur 39. Loftsplade nedtaget i klasselokale. Isoleringsmåtterne når ikke hen til lægte.

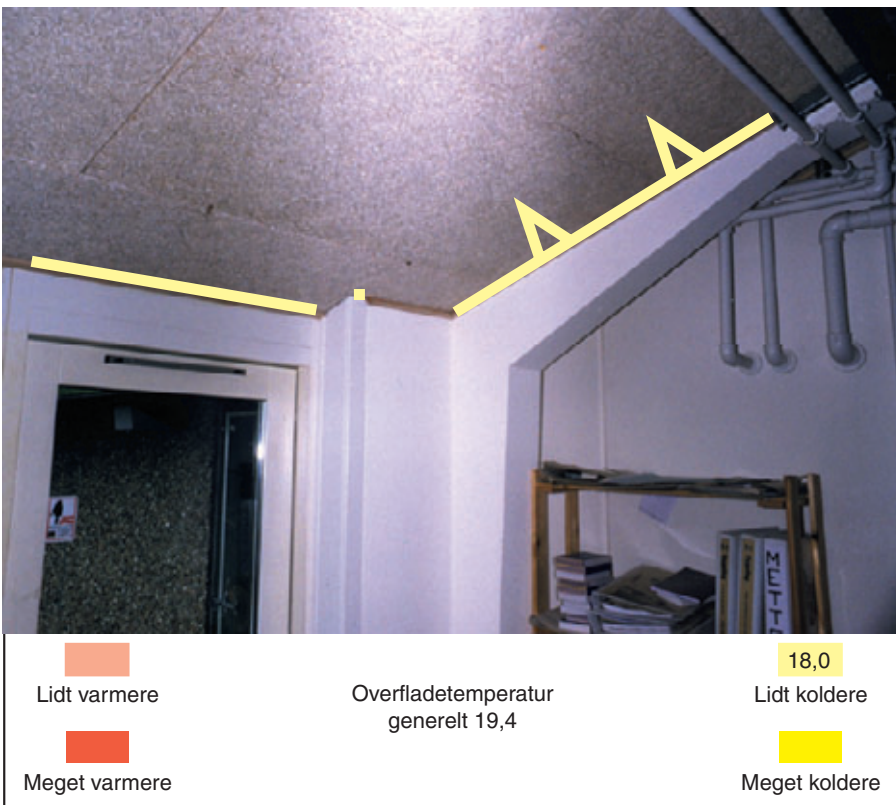


Figur 40. Loftplade er nedtaget. Isoleringen af fåreuld når ikke sammen på midten.



Figur 41. Loft i klasseværelse.

Der findes en del kolde områder på loftet, det skyldes at fåreulden ikke når helt sammen. Loftspladen blev nedtaget for nærmere undersøgelse. (Se figur 39).



Figur 42. Rammekonstruktionen som bærer taget.

Mønstret langs med rammekonstruktionen er gennemgående. Kuldespidser går ud på loftet, og skyldes at isoleringen ikke når sammen, og kulden langs rammem skyldes at isoleringen ikke når helt ned til lægten. Det koldere område over døren skyldes sandsynligvis at isoleringen ikke når ned til væggen.



Figur 43. Udhængsbrædder mod mark.

Fugtindholdet i brædderne er med stikbømsmåler bestemt til 20-24 % fugt i de 4 inderste brædder og op til 44 % i det yderste bræt til venstre i billedet, grunden til denne høje fugtprocent skyldes konstruktionen af taget.

Vurdering

Der er ved måling af den relative luftfugtighed i isoleringsmaterialet ikke konstateret fugtforhold, som afviger fra hvad der må forventes for årstiden.

Ved udtagning af prøver af materialet følte isoleringsmaterialet hverken vådt eller fugtigt, og der var heller ikke tegn på at dette havde været tilfældet på et tidligere tidspunkt. Der var heller ikke tale om lugt af mug eller lignende, som kunne tyde på et for højt fugtniveau.

Der er områder på loftet hvor isoleringen ikke slutter tæt op til den omgivende konstruktion. Dette kan skyldes, at isoleringsmaterialet er krympet eller at udførelsen fra starten ikke har været god nok.

Enfamiliehus i Berlin

Beskrivelse af bygningen

Bygningen er et enfamiliehus som er opført i 1997. Dette betyder, at det på undersøgelsestidspunktet i februar 1998 ikke havde været igennem en hel vintersæson.

Der er tale om træskeletvægge udfyldt med hørmåtter og udvendig puds. Den ventilerede tagkonstruktion er bjælkespær, isoleret med Iso-Flachs måtter med en dampbremse på isoleringens varmeside. Konstruktionerne er vist i figurerne 44-47.

Udpegningen af bygningen er foretaget af (HBC) Holbæk Byggemateriale Compagne A/S, igennem Associerede ingeniører i Fredericia. Bygningen er beliggende i Nordtyskland, HBC havde oplyst, at huset var isoleret med Heraflax, men det viste sig, at huset i stedet var isoleret med Iso-Flachs.

Beskrivelse af isoleringsmaterialet, ISO-FLACHS

Producentoplysninger:

- ISO-FLACHS fremstilles af kulturplanten hør og leveres som isoleringsmåtter.
- Hørisoleringen tilhører isoleringsklasse 040. Isoleringsmaterialet skal hæftes til ramme- eller spærkonstruktion.
- Isoleringsmaterialet er af hensyn til brandegenskaberne tilsat 4 % borsalt.
- I salgsmaterialet fremhæves hørrens fugtregulerende samt lydtekniske egenskaber.

Målinger

Målingerne er foretaget den 17. og 18. februar 1998.

Temperatur og fugt

Ude:

Den 17. februar:

Temperatur 5 °C

Relativ luftfugtighed 52 %

Vindhastighed 1,5 m/s

Skyfrit.

Ude:

Den 18. februar:

Temperatur 6,2 °C

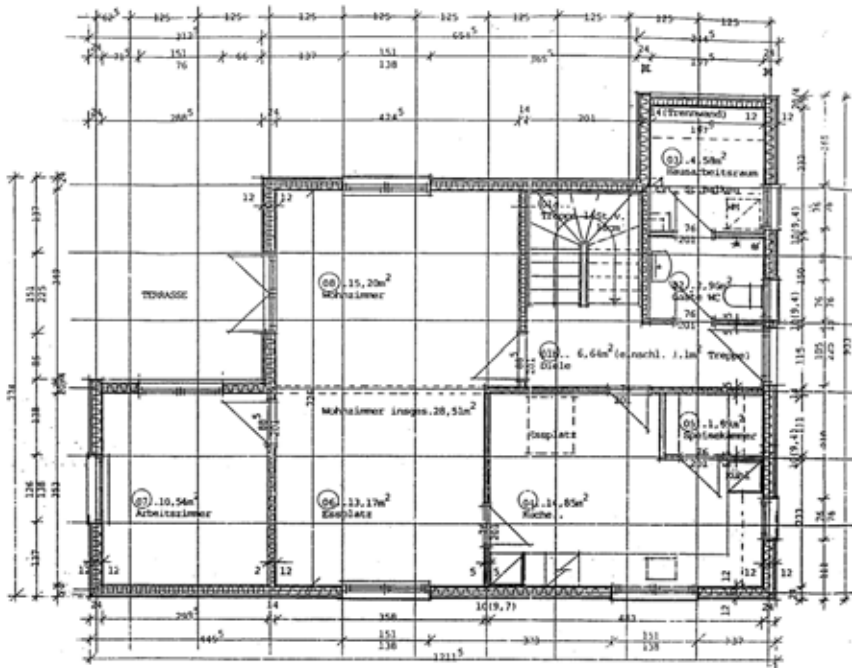
Relativ luftfugtighed 78 %

Vindhastighed 0,6 m/s

Overskyet.

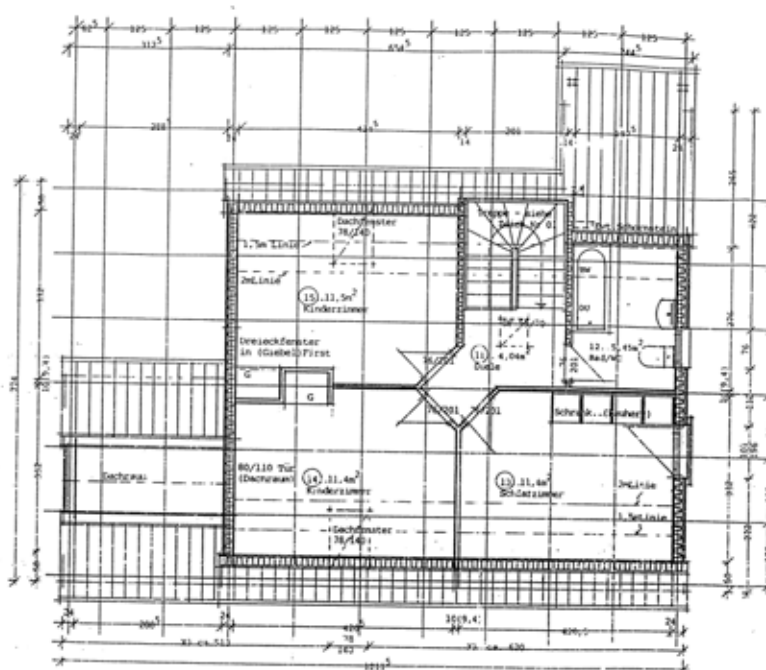
Inde:

Se figur 44, 45 og 54.



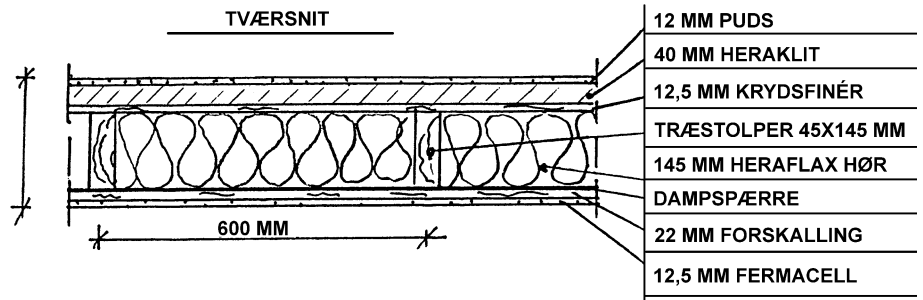
Figur 44. Plantegning af stueetagen med målinger.

Arbejdsværelse: Temperatur 21,4 °C Relativ fugtighed 37	Køkken: Temperatur 19,1 °C Relativ fugtighed 41	Gæste toilet/Bryggers: Temperatur 21,5 °C Relativ fugtighed 42
Opholdsstue/Spiseplads: Temperatur 20,8 °C Relativ fugtighed 38	Trappe: Temperatur 21,4 °C Relativ fugtighed 38	I hør i væg og fyrrum: Temperatur 6,6 °C Relativ fugtighed 79

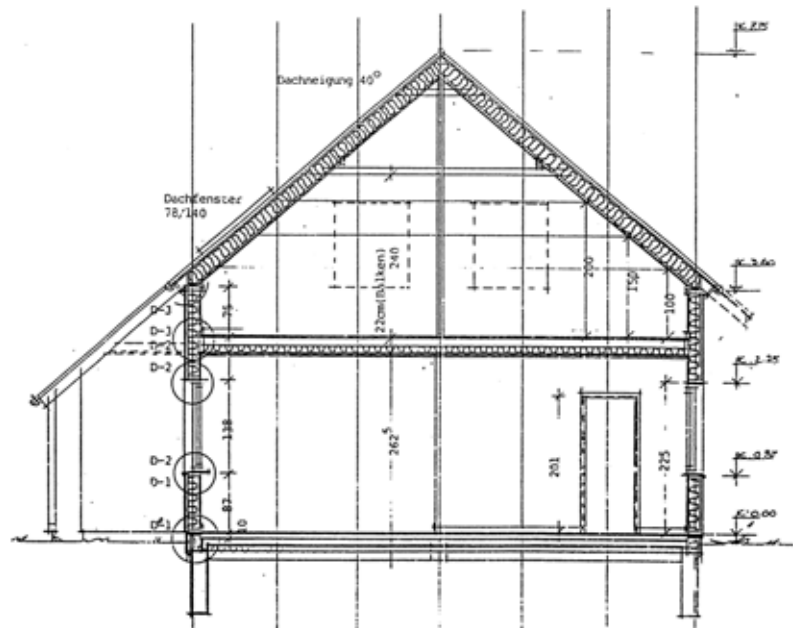


Figur 45. Plantegning af 1.sal med måling af temperatur og relativ luftfugtighed.

Tagrum: Temperatur 14,4 °C Relativ fugtighed 64	Soveværelse: Temperatur 18,9 °C Relativ fugtighed 53 Der blev tøret tøj i dette rum	Børneværelse nr. 15: Temperatur 19,1 °C Relativ fugtighed 48 Fugt i træværk 7 % målt med stikbømsmåler
Børneværelse nr. 14: Temperatur 19,1 °C Relativ fugtighed 46	Bad/wc: Temperatur 21,9 °C Relativ fugtighed 48	



Figur 46. Vandret snit i ydervæg



Figur 47. Lodret snit i huset



Figur 48. Gavl mod nord.

Overgang puds/træbeklædning er en del varmere, hvilket skyldes utæthed i overgang. De to områder på den nedre del af væg er bedre isoleret end resten af væggen. Området inellem pladerne i kip skyldes sikkert utæthed.



7,6
Varmere

Trævægstemperatur
generelt 5,9

Lidt koldere

Figur 49. Facade mod vest. Det varmere område skyldes sikkert, at isoleringen ikke når helt op til lægten.



Figur 50. Facade mod vest.

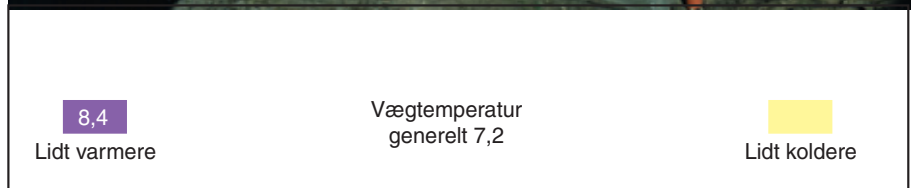
Termografering viste, at vægområdet med træbeklædning havde en generel overfladetemperatur på 7,4 °C, mens vægområdet med dør havde en generel overfladetemperatur på 7,2 °C.



Figur 51. Facade mod vest. Termografering viste at vægområdet med vindue havde en generel overfladetemperatur på 5,4 °C, mens vægområdet med træbeklædning havde en generel overfladetemperatur på 5,0 °C.



Figur 52. Facade mod øst. Det varmere område foroven ligger lige under etageadskillelsen og kan skyldes, at isoleringen ikke når helt op. Plet på tag og samling af tag og over vindue kan skyldes dårlig isolering.



Figur 53. Gavl mod syd. Det varme område kan skyldes dårlig isolering.



Figur 54. Isoleringsmaterialet i etageadskillelsen i pulterrum.

I overgangen, etageadskillelsen/væg, målte i hør følgende:

Temperatur 14,1 °C.

Relativ luftfugtighed 66 %.

Fugt i spær 9 % målt med stikbensmåler.

Vurdering

Der er ved måling af den relative luftfugtighed i isoleringsmaterialet ikke konstateret fugtforhold, som afviger fra, hvad der må forventes for årstiden.

Ved udtagning af prøver af materialet følte isoleringsmaterialet hverken vådt eller fugtigt, og der var heller ikke tegn på, at dette havde været tilfældet på et tidligere tidspunkt. Der var heller ikke tale om lugt af mug eller lignende, som kunne tyde på et for højt fugtniveau.

De højere overfladetemperaturer på den enkelte facade og taget skyldes sikkert dårlig arbejdsudførelse, men noget af det kan også skyldes, at hørren har sat sig eller er krympet.

Landejendom i Holeby

Beskrivelse af bygningen

Bygningen er et gammelt stuehus til en landbrugsejendom, hvor man har startet en renovering. På nuværende tidspunkt er der kommet helt nyt stråtag på hele den gamle bygning, mens kun ca. 40 % af den gamle bygning er blevet renoveret. Denne del af bygningen blev afsluttet i sommeren 1997, bygningen har derfor ikke på undersøgelsestidspunktet været igennem en hel vinterperiode. Den renoverede del er udført af nye materialer, se figur 55.

Bygningen er udpeget af Isodan. Det er oplyst at ydervæggen er isoleret med Isodanfiber (Isodan) og taget med Isodanfiber (Isodan) og Perlite. At taget også er isoleret med Perlite skyldes et forsikringskrav.

Det blev konstateret, at den væg der blev udtaget materialeprøve fra, indeholdt drys af Perlite øverst i konstruktionen. Der blev konstateret drys fra Perlite rundt om huset. Ud fra ovennævnte kan det formodes, at der er drysset Perlite fra taget ned i toppen af ydervægskonstruktionen og ud på arealet.

Beskrivelse af isoleringsmaterialet, Isodan/Perlite

Producentoplysninger:

- Perlite er en ekspanderet vulkansk sten. Den indeholder oxider, heraf 75 % siliciumoxid og 13 % aluminiumoxid.
- Perlite bliver behandlet med 0,2 % silicoharpiks som brændes fast for at gøre den vandafvisende.
- Perlite er tilmeldt Varmeisoleringstestkontrollen.
- Isodanfiber (Isodan) fremstilles af 100 % genbrugspapir.
- Isodanfiber (Isodan) er tilmeldt Varmeisoleringstestkontrollen.
- Isodanfiber (Isodan) består af:
 - 85 % Cellulose
 - 9 % Aluminium hydroxid
 - 3 % Borax
 - 3 % Borsyre
- Isodanfiber (Isodan) installeres ved densiteter på 48-68 kg/m³.
- Isodanfiber (Isodan) indblæses i konstruktionen.

Målinger

Målingerne blev foretaget den 20.februar 1998.

Temperatur og fugt

Ude:

Temperatur 8,1 °C

Relativ luftfugtighed 88 %

Vindhastighed 0,2 m/s

Overskyet

Temperatur målt i isolering i ydervæg 9,2 °C (øst væg)

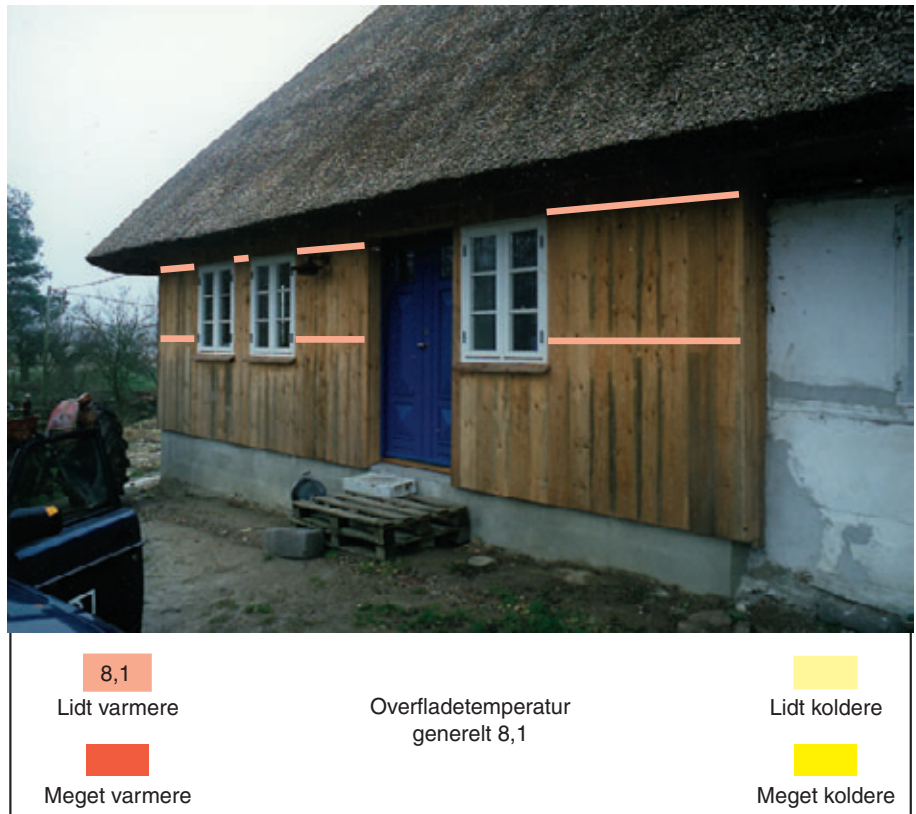
Relativ luftfugtighed i ydervæg 86 %

Temperatur målt i Isodanfiber i tag 13,9 °C

Relativ luftfugtighed i Isodanfiber i tag 63 %.

Inde:

Se figur 58 og 59.



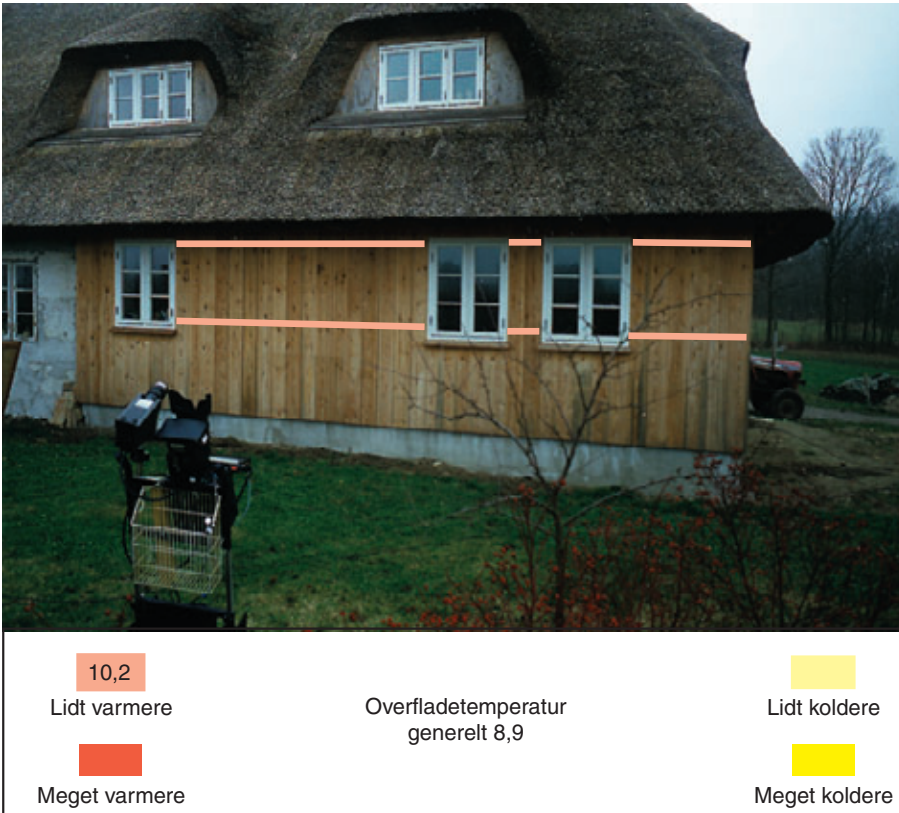
Figur 55. Facade mod øst.

Det varmere område er lige under den vandrette lægte, som beklædningen er sømmet i. Dette kan skyldes, at Isodanfibern har sat sig, at udførelsen ikke har været god nok, eller at konstruktionsopbygningen ikke er egnet. Facaden til højre på billedet er ikke renoveret.



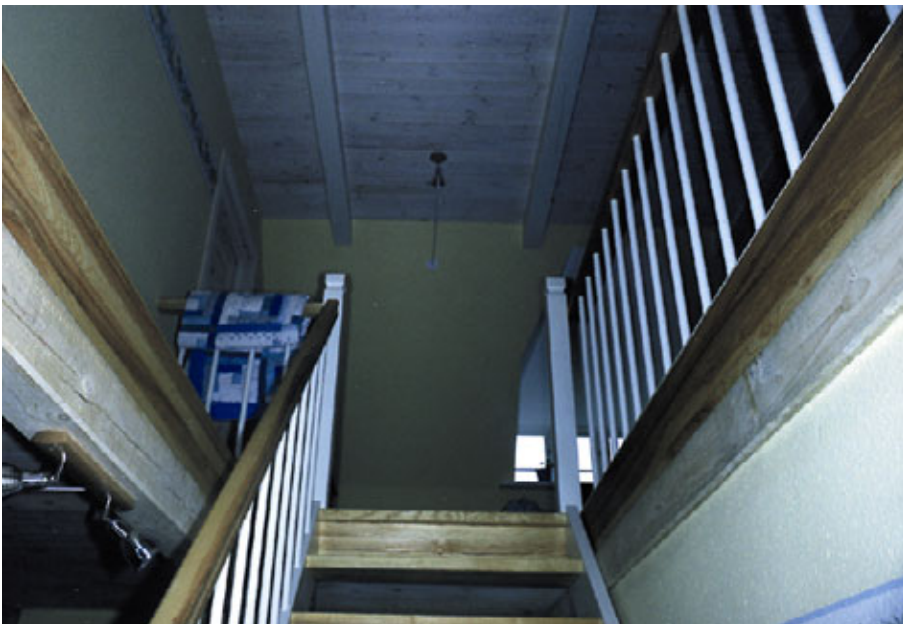
Figur 56. Gavl mod syd.

Det varmere område er lige under den vandrette lægte, som beklædningen er sømmet i. Dette kan skyldes, at Isodanfibern har sat sig, at udførelsen ikke har været god nok, eller at konstruktionsopbygningen ikke er egnet.



Figur 57. Facade mod vest.

Det varmere område er lige under den vandrette lægte, som beklædningen er sømmet i. Dette kan skyldes, at Isodanfibern har sat sig, at udførelsen ikke har været god nok, eller at konstruktionsopbygningen ikke er egnet.



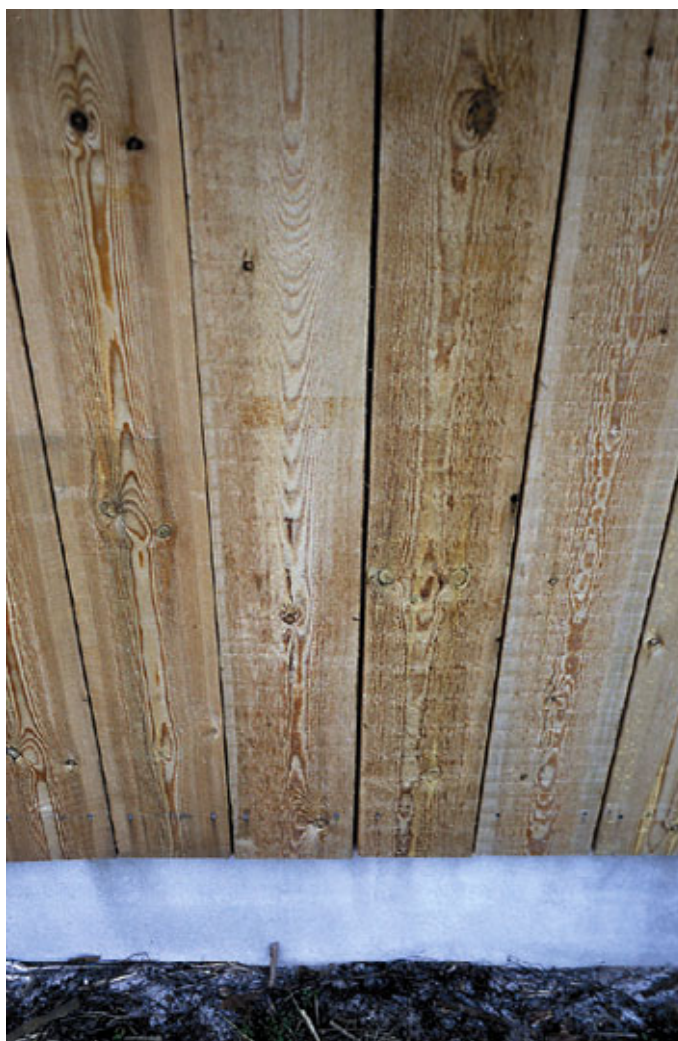
Figur 58. Loft set fra trappe som er opgang til 1. sal.

Generel overfladetemperatur på loftet 13 °C . Der viste sig ingen tegn på væsentlige temperaturafvigelser på loftet. Relativ luftfugtighed i rum 67%.



Figur 59. Arbejdsværelse i stueetagen.

Generel overfladetemperatur på væg 15,2 °C. Temperatur i rummet 15,2 °C. Relativ luftfugtighed i rummet 62 %. De på facaden markerede områder med højere temperatur kan også konstateres på indersiden af væggen. (Er ikke indtegnet).



Figur 60. Bræddebeklædning mod vest.

Generelt fugtindhold i beklædningen 18 %. Enkelte steder blev fugtindholdet målt til 20 % med stikbømsmåler. Afstanden mellem brædderne var blevet så stor at slagregnen kunne komme ind på den underliggende plade, hvor der dog ikke var tegn på fugt.

Vurdering

Der er ved måling af den relative luftfugtighed i isoleringsmaterialet ikke konstateret fugtforhold, som afviger fra, hvad der må forventes for årstiden.

Ved udtagning af prøver af materialet følte isoleringsmaterialet hverken vådt eller fugtigt og der var heller ikke tegn på, at dette havde været tilfældet på et tidligere tidspunkt. Der var heller ikke tale om lugt af mug eller lignende, som kunne tyde på et højt fugtniveau.

Områder med en højere temperatur end overfladen generelt fandtes i de fleste tilfælde lige under de vandrette lægter. Dette kunne tyde på, at papirisoleringen har sat sig, eller at den aldrig har udfyldt hulrummet rigtigt.

Da der blev konstateret drys af Perlite fra tagkonstruktionen, må det formodes, at konstruktionen eller udførelsen af isoleringsarbejdet ikke har været god nok.

Specialskole i Svenljunga

Beskrivelse af bygningen

Den undersøgte bygning er en specialskole, der er taget i brug i sensommeren 1997. Ydervægge og loft er isoleret med Ekofiber. Bygningen er udpeget af Nordiska Ekofiber NEF AB.

Ydervæggen består af en bærende træskeletvæg med papirisolering og skalmur, bag hvilken der er et ventileret hulrum. Loftet er ventileret traditionelt, og der er som dampbremse anvendt en speciel folie "Ekofiber-Vindtät" Se i øvrigt figur 62-63.

Der er anvendt to typer Ekofiber:

- Ekofiber Vind.
- Ekofiber Væg.

Beskrivelse af isoleringsmaterialet, Ekofiber

Producentoplysninger:

- Ekofiber er fremstillet af svenske genbrugsaviser.
- Ekofiber produceres som blød granulat til indblæsning, udblæsning og udlægning.
- Ekofiber er tilsat borsalte for at forhindre flammer og gløder, i form af borsyre H_3BO_3 og boraks $Na_2B_4O_7 + 10 H_2O$.
- Tallene for Ekofiber Vind ca. 18 % af produktets vægt, og for Ekofiber Væg ca. 5 % af produktets vægt.
- Densitet i de aktuelle konstruktioner varierer ifølge "Installationsprotokol" fra 32-55 kg/m^3 .

Målinger

Termografering og fugtmålinger er foretaget den 24. februar 1998.

Temperatur og fugt

Ude:

Relativ luftfugtighed 76 %

Temperatur 8,0 °C

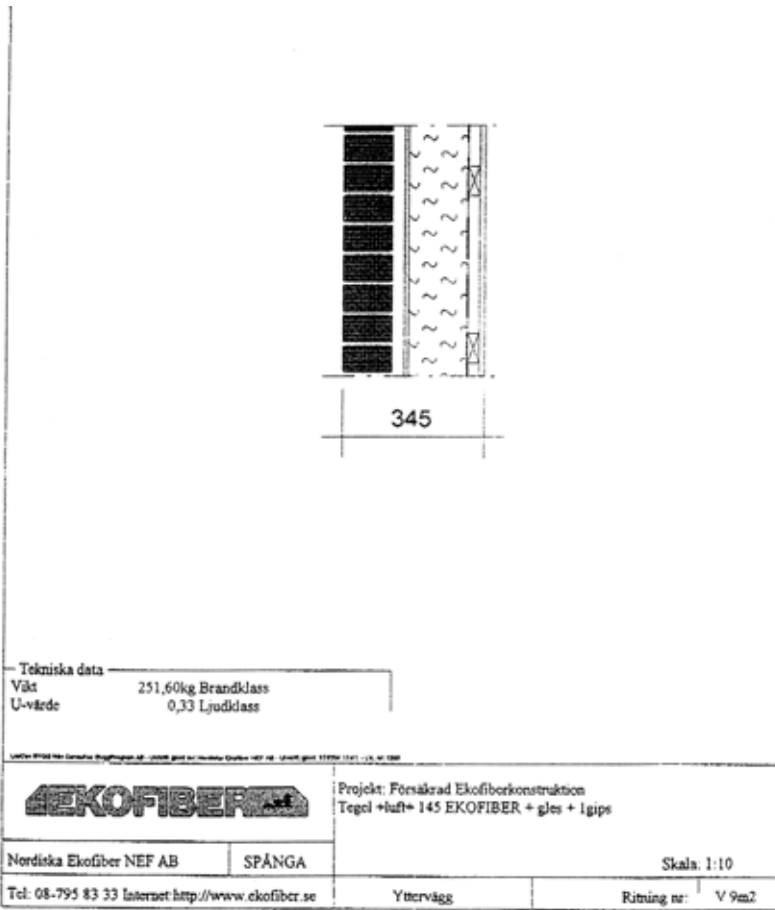
Vindhastighed 0,6 m/sek.

Inde:

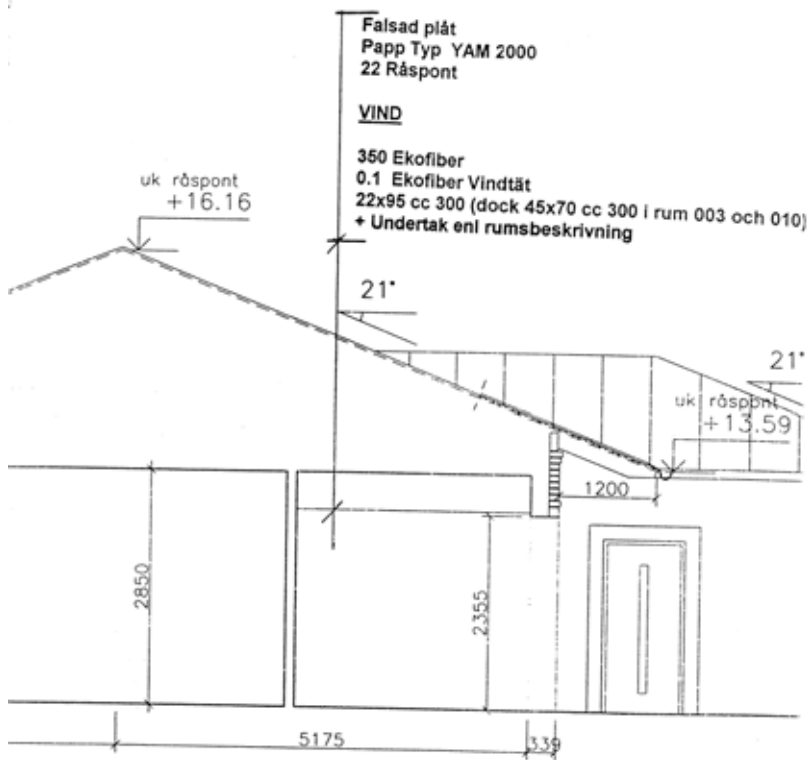
Relativ luftfugtighed 56 %

Temperatur 18,3 °C

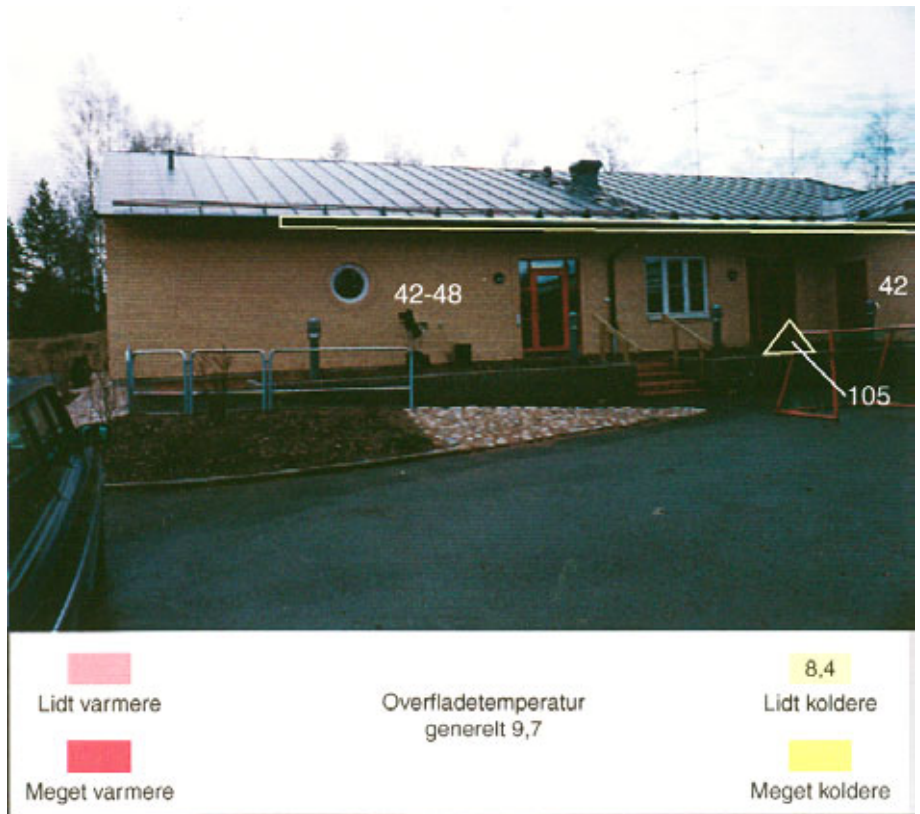
Da konstruktionen er ventileret bag skalmuren, kan den udvendige termografering og fugtmåling kun forventes at afsløre rigtig grelle forhold i den bagvedliggende konstruktion. Der blev derfor foretaget indvendig termografering af væggene i den udstrækning, det var muligt.



Figur 61. Ydervægskonstruktion Ekofiber.

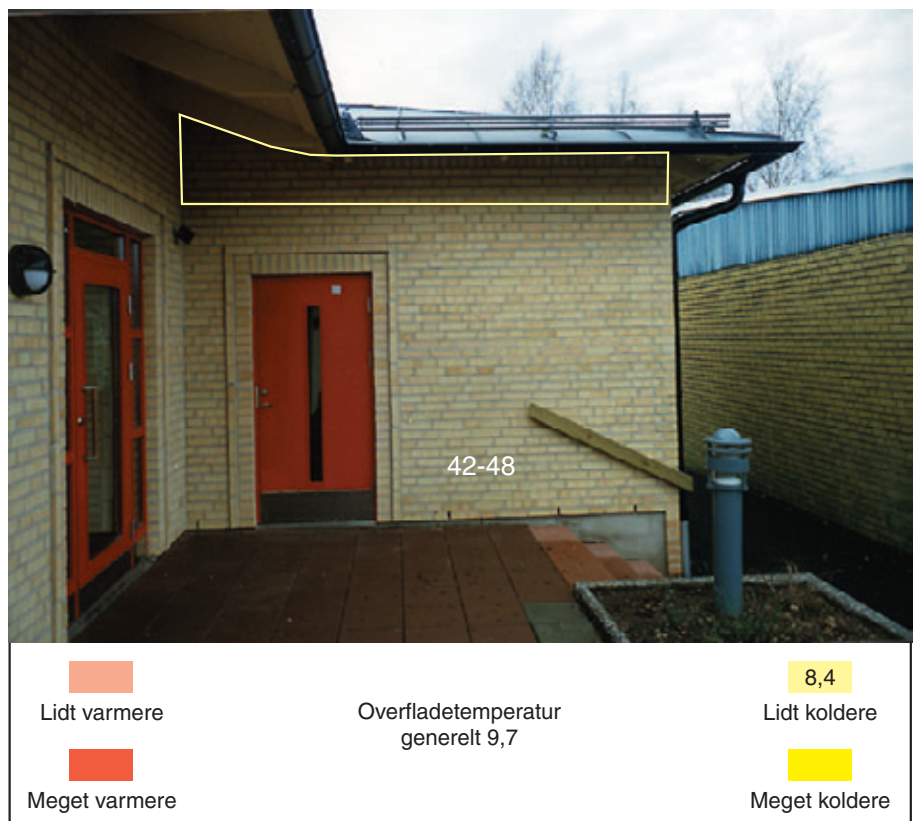


Figur 62. Snit af bygningen.



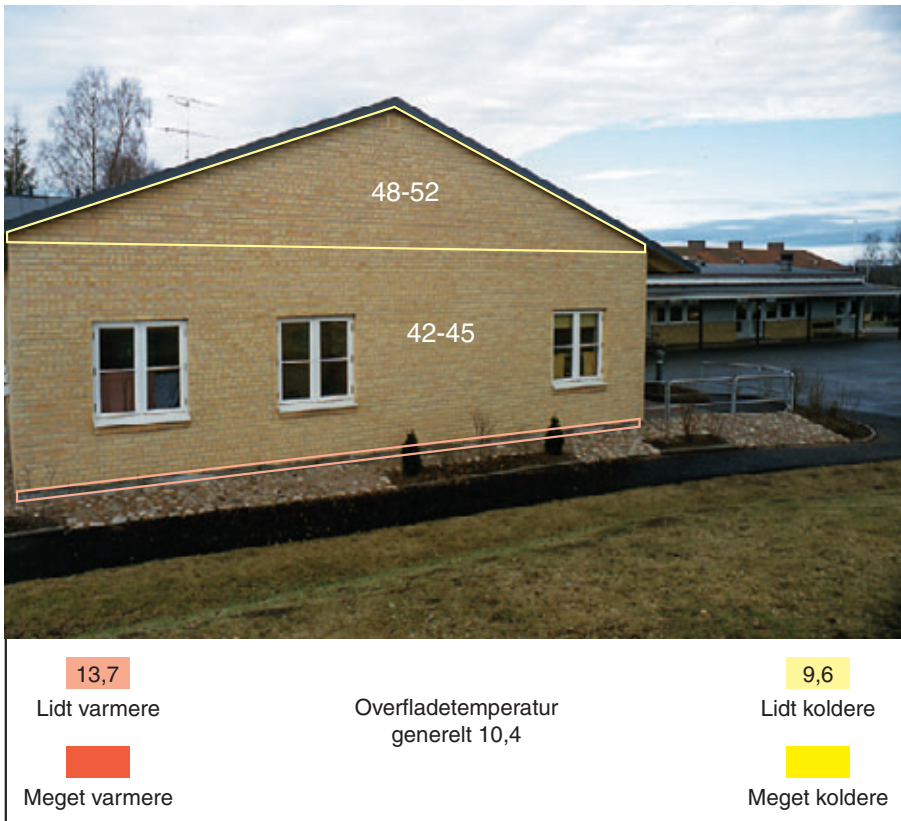
Figur 63. Facade mod nord. De hvide tal angiver måling med GANN.

Det koldere område under tagudhænget skyldes udhænget. Dette er generelt for hele bygningen i det der ses samme mønster ved udhængene hele vejen rundt. Koldt og fugtigt område ved nedløbsrør skyldes vand fra særlig anordning på nedløbsrør (se figur 71).



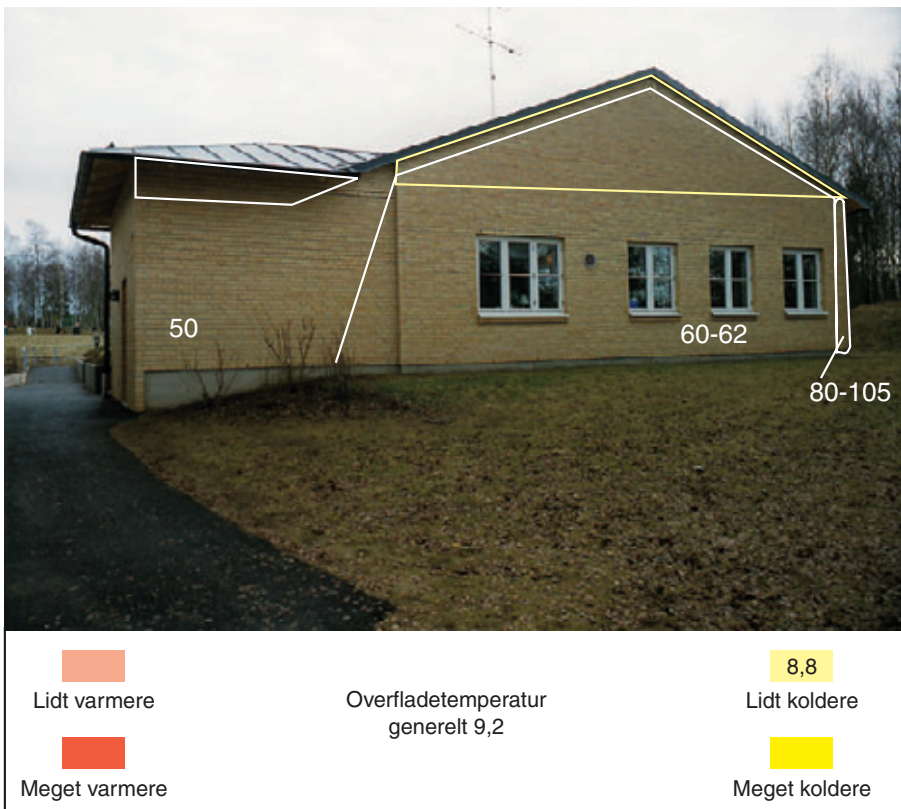
Figur 64. Østlig facade på bygningsfremspring mod nord.

De hvide tal angiver måling med GANN. Det koldere område under tagudhænget skyldes udhænget. Dette er generelt for hele bygningen.



Figur 65. Østfacade. De hvide tal angiver måling med GANN.

Det koldere område i gavltrekanen skyldes det uopvarmede loftsrum. Fundamentet er varmere end ydervæggen.



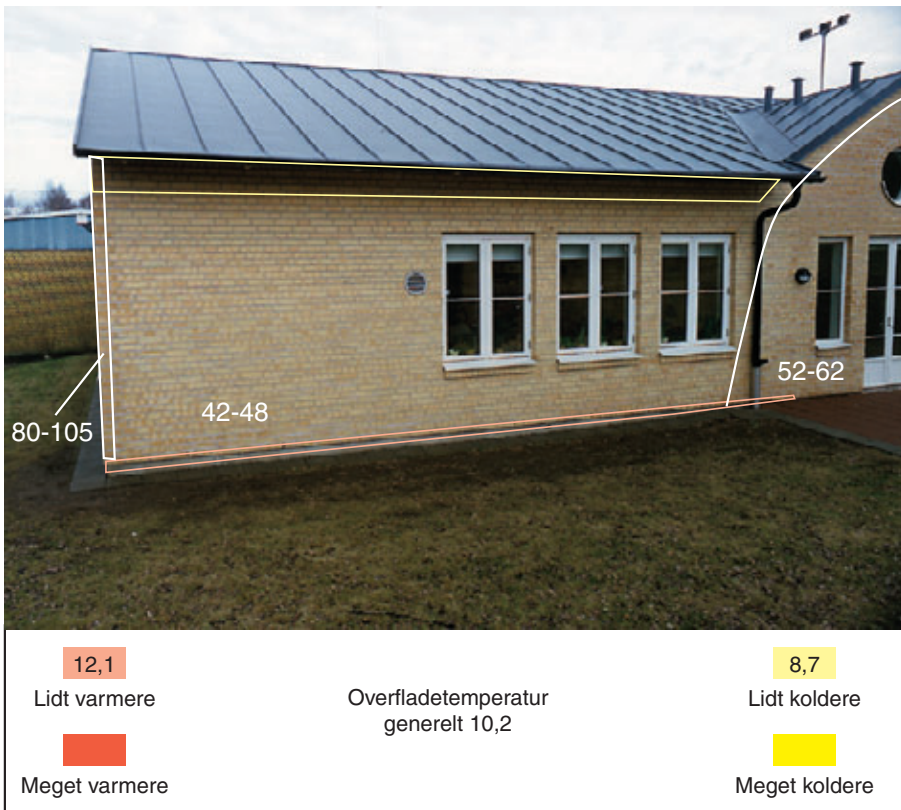
Figur 66. Facade mod vest. De hvide tal angiver måling med GANN.

Det koldere område under tagudhænget skyldes udhænget. Dette er generelt for hele bygningen. Det koldere område i gavltrekanen skyldes det uopvarmede loftrum. De fugtigere områder ved hjørnet skyldes slagregn (bemærk mørkfarøningen af sternen, (se figur 70).



Figur 67. Nordfacade ved passage. De hvide tal angiver måling med GANN.

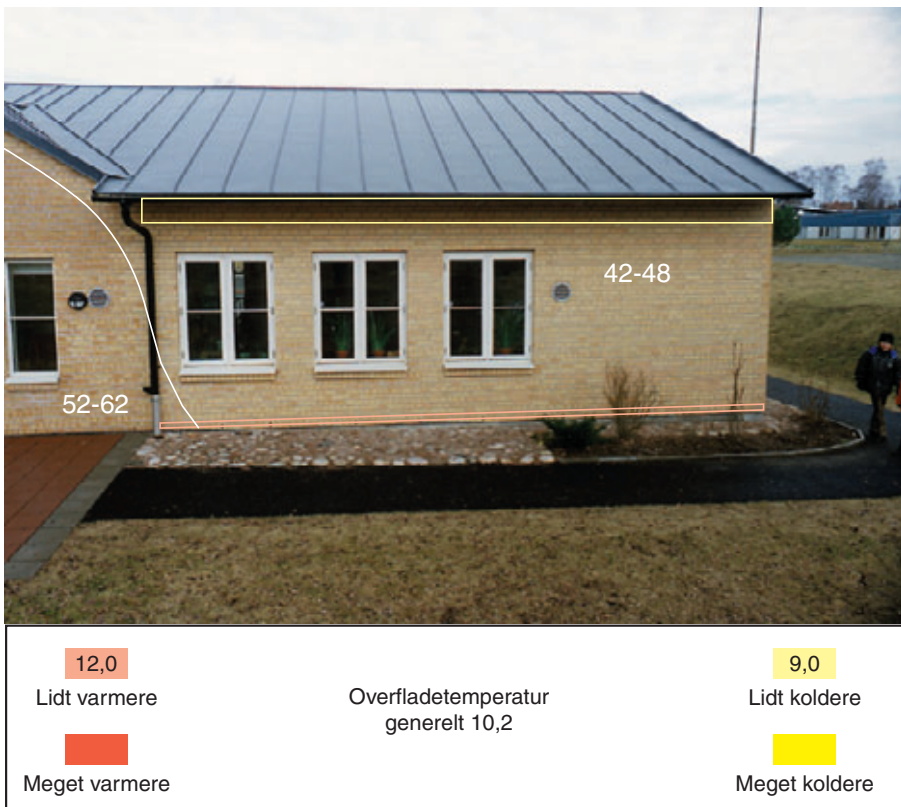
Det koldere område under tagudhænget skyldes udhænget. Dette er generelt for hele bygningen. Fugtigt område ved nedløbsrør, skyldes vand fra særlig anordning på nedløbsrør (se figur 71).



Figur 68. Sydfacade, vestlig del. De hvide tal angiver måling med GANN.

Det koldere område under tagudhænget skyldes udhænget. Dette er generelt for hele bygningen. Fundamentet er varmere end ydervæggen.

Det fugtigere område ved hjørnet skyldes slagregn (bemærk mørkfarvningen af stenene).



Figur 69. Facade mod syd, østlige del. De hvide tal angiver måling med GANN.

Det koldere område under tagudhænget skyldes udhænget. Dette er generelt for hele bygningen. Fundamentet er varmere end ydervæggen.



Figur 70. Vådt hjørne efter slagregn (se figur 66 og 68).



Figur 71. Koldt og fugtigt område ved nedløbsrør skyldes vand fra særlig anordning på nedløbsrør.



Figur 72. Måling af fugt i gipsplade bag ventileret hulrum.

Konstruktionen er ventileret bag skalmurene. Fugtforholdene i gipspladerne bag det ventilerede hulrum blev målt gennem ventilationssprækkerne.

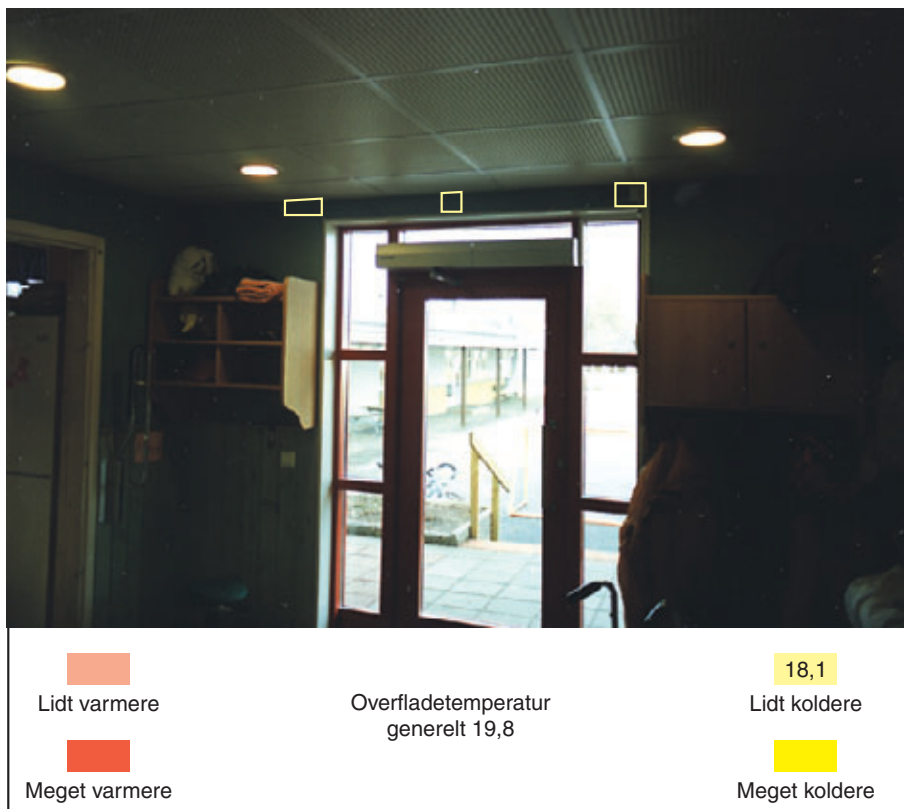
Fugtniveauet varierede fra 0,84-2,16 MOhm, hvilket svarede til at gipspladerne er i ligevægt med til 75-95 % relativ luftfugtighed.



<div style="background-color: #f4a460; width: 20px; height: 10px; margin: 0 auto;"></div> Lidt varmere	Overfladetemperatur generelt 20,3	<div style="background-color: #fff9c4; padding: 2px;">18,1</div> Lidt koldere
<div style="background-color: #e53935; width: 20px; height: 10px; margin: 0 auto;"></div> Meget varmere		<div style="background-color: #fff9c4; padding: 2px;">17,6</div> Meget koldere

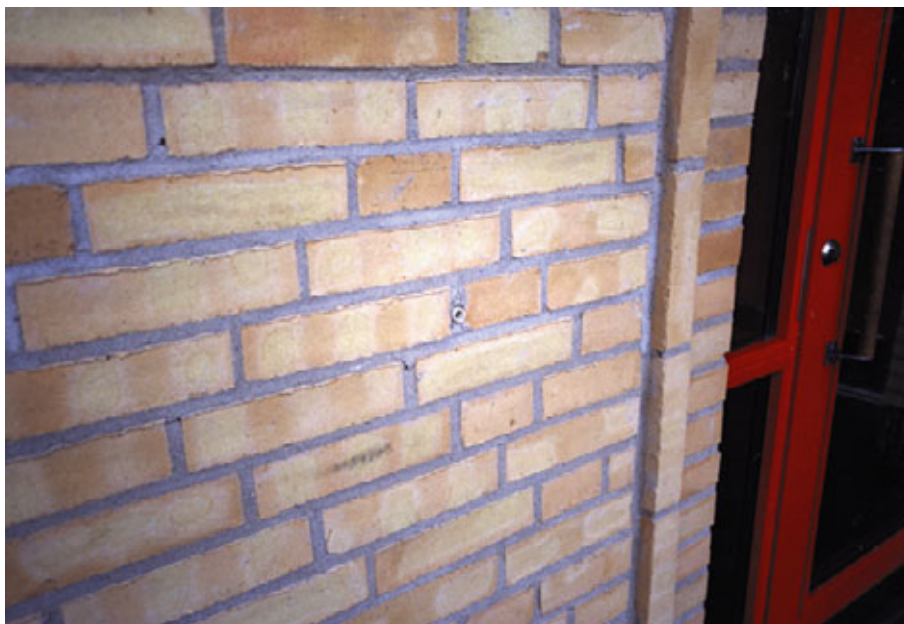
Figur 73. Ydervæg mod nord i køkken.

Den kolde plet ved siden af afbryderen skyldes en rørgennemføring, der kan ses udvendig (se figur 75). Det kolde område langs gulvet skyldes formodentligt en luftspalte, der ventilerer gulvkonstruktionen.



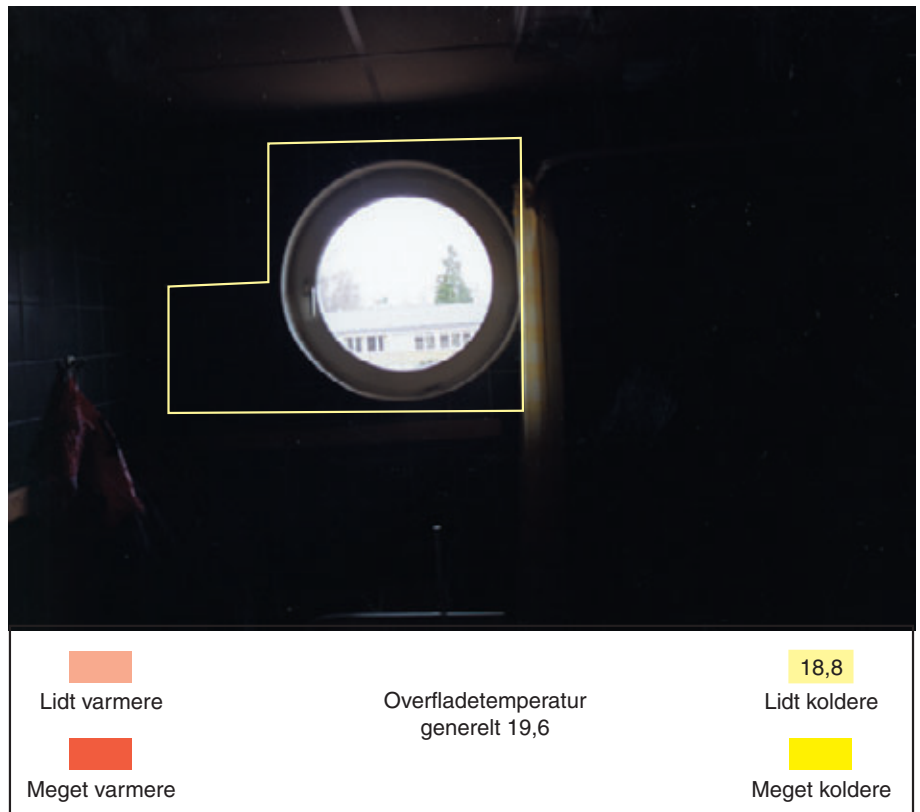
Figur 74. Ydervæg mod nord, indgangsparti.

Den lavere overfladetemperatur i felterne over døren kan skyldes konstruktionsudformningen eller mangelfuld isolering.



Figur 75. Rørgennemføring i ydervæg.

Selv en så beskeden rørgennemføringen viste sig som en kold plet på indersiden af væggen (se figur 73).



Figur 76. Ydervæg mod nord med rundt vindue i badeværelse.

Det kolde område omkring det runde vindue tyder på, at isoleringsmaterialet ikke er jævnt fordelt.



Figur 77. Ydervæg mod syd, set indefra.

Den lavere overfladetemperatur i hjørnet ses ofte ved termografering indefra. Forklaringen kan være en kuldebro i forbindelse med konstruktionssamlingerne og stillestående luft. Området med lidt varmere overfladetemperatur kan måske skyldes, at isoleringen ikke er homogen.



Figur 78. Ekofiber Vind udblæst på loft.

Ved loftslemmen blev følgende målt:

Træets fugtindhold i tagkonstruktionen 16,5 %.

Umiddelbart over isoleringen var den relative luftfugtighed 67 %.

Umiddelbart over isoleringen var temperaturen 13 °C.

Ved ventilationskakt/skorsten, hvor det var oplyst, at der havde været vandskade, blev følgende målt og iagttaget:

I isoleringen var den relative luftfugtighed 70 % og temperaturen 12,1 °C. Isoleringen syntes her mere grynet end i den øvrige del af isoleringen.

Loftrummet var godt ventileret. Vindafdækningen af isoleringen ude ved facaderne hang flere steder og var faldet ned andre steder, specielt ved sydfacaden i den vestlige ende.



Figur 79. Ekofiber Vind ved tængerne.

Isoleringen slutter ikke helt op til undersiden af tængerne. Dette skyldes at isoleringen har sat sig.

Der er ifølge garantibevis bestilt 350 mm cellulosefibrerisolering og udblæst 420 mm på loftet. Isoleringstykkelsen blev målt til ca. 400 mm, overfladen var ujævn, og det må skønnes, at isoleringstykkelsen kan variere med 50-100 mm.

Vurdering

Der er ved måling af den relative luftfugtighed i isoleringsmaterialet ikke konstateret fugtforhold, som afviger fra, hvad der må forventes for årstiden.

De varmere områder på væggene skyldes formentlig, at isoleringen ikke er udført korrekt.

På loftet er der et problem ved tængerne, idet isoleringsmaterialet sætter sig og giver fri luftpassage ned til loftsbeklædningen.

Ved udtagning af prøver af materialet føltes isoleringsmaterialet hverken vådt eller fugtigt, og der var heller ikke tegn på, at dette havde været tilfældet på et tidligere tidspunkt. Dette gælder dog ikke for prøven, der er udtaget ved skorsten, idet materialet her var mere grynnet. Det blev oplyst, at der havde været vandskade på et tidligere tidspunkt. Der var heller ikke her tale om lugt af mug eller lignende som kunne tyde på et for højt fugtniveau.

Bilag 1


Analyserapport

Materialeprøver

Rekvirent: Statens Byggeforskningsinstitut
Tove Andersen
Postboks 119
2970 Hørsholm

Dato: 20. marts 1998

Udført af: MILJØ-KEMI, Dansk Miljø Center A/S
Smedeskovvej 38, DK-8464 Galten


Inge Rokkjær
cand. scient.


Peter B. Mortensen
cand. scient.



Prøvemateriale

Laboratoriet har den 06. marts 1998 modtaget 14 stk.materialeprøver til analyse for følgende metaller:

- bor
- aluminium
- bly
- cadmium
- chrom.

Prøverne blev ved modtagelse ommærket (romertal). Nedenfor er angivet ommærkningen:

- I Vejle F5-136 Fåreuld
- II Virum Perlite F5-136
- III Ekofiber, gavl Sverige F5-136
- IV Ekofiber, ved skorsten Sverige F5-136
- V Ekofiber, ved loftlem Sverige F5-136
- VI Holeby, Perlite F5-136
- VII Holeby, Papirisolering F5-136
- VIII Hjortshøj, øverst F5-136
- IX Hjorthøj, nederst F5-136
- X Fugt hus Papiruld SBI
- XI Berlin Hør Pulterrum F5-136
- XII Berlin Hør Fyrrum F5-136
- XIII Hillerød, ved våd plet papiruld F5-136
- XIV Hillerød, udfor køkken F5-136 Papiruld

Analyserne er foretaget i perioden den 09.-20. marts 1998.



Analysemetoder

Aluminium, bly, cadmium og chrom:

Princip

Det totale metalindhold i materialeprøverne bestemmes ved at ca. 0,1 g prøve destrueres med en blanding af flussyre og salpetersyre i mikrobølgeovn. Flussyren neutraliseres herefter med borsyre og indholdet af metaller bestemmes ved induktiv coupled plasma (ICP)-analyse.

Analyseusikkerhed:

(RSD) = 10%, dog mindst 50% af detektionsgrænsen.

Bor:

Princip:

Prøverne destrueres med koncentreret salpetersyre i mikrobølgeovn og analyseres for bor ved induktiv coupled plasma (ICP)-analyse.

Analyseusikkerhed:

(RSD) = 10%, dog mindst 50% af detektionsgrænsen.

Resultater

Analyseresultaterne er angivet i skema på side 4 .



Resultater

Enhed: mg/kg Provemærkning	Parameter				
	Aluminium	Cadmium	Chrom	Bly	Bor
I	23	< 5	< 8	< 25	675
II	41000	< 5	< 8	< 25	6,2
III	7300	< 5	< 8	< 25	10800
IV	7100	< 5	< 8	< 25	25000
V	6900	< 5	< 8	< 25	29200
VI	35000	< 5	< 8	< 25	48
VII	28000	< 5	< 8	< 25	5950
VIII	31000	< 5	< 8	< 25	7900
IX	34000	< 5	< 8	< 25	8710
X	18000	< 5	< 8	< 25	8500
XI	130	< 5	< 8	< 25	20400
XII	690	< 5	< 8	< 25	16300
XIII	27000	< 5	< 8	< 25	7410
XIV	23000	< 5	< 8	< 25	6350
Detektionsgrænse	8	5	8	25	1,5

< Betyder mindre end, værdien angivner detektionsgrænsen.

Bilag 2. Måleinstrumenter



Troxler

En radioaktiv måler, som form for fiktiv indikator, hvor undersøgelsesområdets mindste og højeste værdi fastlægges og herefter kan fugtniveauet kortlægges.



Stikbensmåler

En måler som direkte giver fugtindholdet i det undersøgte materiale.



GANN

En fugtindikator, hvor mindste og højeste niveau fastlægges og derefter har man fugtniveauet.



Kapacitiv fugtmåler (Strenometer)

En fugtindikator, hvor mindste og højeste niveau fastlægges og derefter har man fugtniveauet.



Dækscanner

En fugtindikator, hvor mindste og højeste niveau fastlægges og derefter har man fugtniveauet.

Summary

SBI Bulletin 128

Non-traditional insulation of buildings

- Measurements on paper insulation, sheepswool, flax and Perlite

Background

Non-traditional insulating materials have been used in Denmark in isolated cases in recent years. This means that buildings exist where it can be investigated whether these insulating materials function satisfactorily with regard to moisture and heat. Moreover, it is possible to study dimensional stability of the materials and whether they have proved resistant to microorganism. The concept behind the project is to apply these data in order to gain experience quickly for use in new buildings.

Purpose

It is the purpose of this project to perform thorough measurements and analyses of non-traditional insulating materials in buildings that have been in use 1-5 years. These measurements will form a basis for design and installation of non-traditional insulating materials in a demonstration project a.o.

Results of the investigation

The investigation comprised 7 housing estates. No extraordinary incidences of moisture were found that could be attributed to the insulating materials. Varying degrees of insulating properties were found which could be attributed to the execution of the work and the condition of the structures.

For buildings with paper insulation, where the insulating material is injected, the problems seem to be that a uniform insulating value was not obtained everywhere and also that the insulating material settled in some places.

For insulating mats made of sheepswool and flax the results indicated that the insulating mats shrink. Regrettably, this is not definitively demonstrated at present, though SBI performed a small experiment that indicated that shrinkage does occur.

For buildings insulated with Perlite it was found that the insulating material could fall out of the structures.

Chemical analysis

Samples of the insulating materials were taken and analysed for their content of aluminium, lead, cadmium and chrome. Results of the analysis are given in appendix 1.

Results of the analyses show scatter for samples of insulating material taken at different places in the building.

At present the scatter cannot be explained, but it might be because

- production of the materials varies,
- materials change over time.

For one single product the result of the analyses deviated so much from the manufacturer's declaration of content that the supplier launched an investigation which uncovered that another product had been delivered instead of the one prescribed in the project.

Conclusion

Concerning the practical use of the investigated insulating materials it can be concluded that

- The experience gained from this investigation shows that increased attention should be given to the layout of buildings, their conditions and the quality of the work
- It is important at the layout of buildings to provide for a suitable execution of the insulating procedure, e.g. injection procedure, can be suitably executed. Moreover, it is important to be alert to the fact that a product supplied is not necessarily identical to the one calculated with during design.

Denne SBI-meddelelse beskriver resultaterne af en undersøgelse af bygninger, hvor der er anvendt alternativ isolering. Undersøgelsen omfatter termografering og fugtmåling af udvendige bygningsdele isoleret med alternativ isolering. Endvidere rapporteres resultaterne af målinger af indholdet af tungmetaller og borforbindelser i isoleringsmaterialerne.