

LAVENERGIHUSET I SISIMIUT

Notat om aktiviteter udført som led i KVUG-projekt
Indlejring af erfaringer fra lavenergihus i Sisimut



Rapport SR 06-13
BYG·DTU
December 2006

Lavenergihuset i Sisimiut

Notat om aktiviteter udført som led i KVUG-projekt
Indlejring af erfaringer fra lavenergihus i Sisimiut

Carsten Rode

Egil Borchersen

Jianhua Fan

Simon Furbo

Jesper Kragh

Forord

Nærværende rapport for lavenergihuset i Sisimiut indeholder beskrivelser af arbejde udført som led i projekt for Kommission for Videnskabelige Undersøgelser i Grønland (KVUG) som led i projektet (nr. 301-84) *Indlejring af erfaringer fra lavenergihus i Sisimiut*.

Kommissionen takkes for støtte til gennemførelse af projektet.

Endvidere takkes lavenergihusets bygherre, CampusService, DTU ved Preben Nielsen og Lars Kruse for deres medvirken med tid og finansiering til fortsat opfølgning på, at huset og dets installationer kommer til at fungere efter hensigten.

December 2006

Danmarks Tekniske Universitet, DTU

CVR-nr: 63 39 30 10

Indhold

1 BAGGRUND.....	6
2 HUSETS DRIFT I DET FØRSTE ÅR.....	7
3 PROJEKTETS MÅLSÆTNING	8
4 TEKNISKE PROBLEMSTILLINGER	9
5 KONKLUSION	14
6 LITTERATUR.....	14

1Baggrund

I april 2005 indviedes et lavenergihus i Sisimiut, som et hus der skulle påvise, hvorledes det er muligt i Grønland at opføre en moderne bygning med et lavt energiforbrug til opvarmning. Målsætningen var at opføre og fremvise et hus med et energiforbrug på under halvdelen af de forventede i det på daværende tidspunkt ”kommende nye bygningsreglement for Grønland”.

Huset blev opført for midler fra Villum Kann Rasmussen fonden, og Sisimiut Kommune stillede en byggegrund til rådighed.

Det nye grønlandske bygningsreglement er i mellemtiden blevet indført, og for den klimazone, Sisimiut tilhører, stiller det krav om at energiforbruget til rumopvarmning og ventilation for en bolig i én etage ikke overskrider 830 MJ/m² pr. år, svarende til 230 kWh/m² pr. år.

Lavenergihuset blev opført med en målsætning om et energiforbrug til rumopvarmning og ventilation på 80 kWh/m² pr. år. Da huset er på 200 m², svarer dette til et energiforbrug på 16.000 kWh, hvilket igen modsvarer ca. 1500 liter olie.

Dette skulle opnås ved at udforme huset med ekstra store isoleringstykkelser, ved brug af gode vinduer, med solvarmetilskud til det varme brugsvand, og endelig ved at benytte ventilation med varmegenvinding.

Huset er opført af grønlandske byggefirmaer, idet tømrer-, el- og vvs-entreprisen er udført af håndværkere fra byen, og ingeniørrådgivningen er varetaget af Rambøll Grønland A/S. Opførelsen af huset er fulgt tæt af byens Bygge- og Anlægsskole qua dets medvirken i Center for Arktisk Teknologi (sammen med DTU).

Husets bygherre er CampusService på DTU.

Huset er udformet som et dobbelthus, hvor der i den ene halvdel er indrettet beboelse, medens den anden halvdel af husets er indrettet som udstilling. Beboelsen benyttes af familien Simon Lennert, der er fra byen.

I huset er indbygget målere, der registrerer energiforbrug (varme, vand og el) samt ydelse af husets solvarmeanlæg. Desuden logges temperaturer i huset, ligesom der måles fugttilstande i indeklima og konstruktioner. Data om husets energiforbrug kan løbende følges over Internettet på hjemmesiden: <http://energyguard.dk/> Brugernavn: DTU, Password: Sisimiut

Det er aftalt med Villum Kann Rasmussen fonden, at der årligt i fem år fremsendes statusrapporter om husets brug og dets varmetekniske ydeevne.

2Husets drift i det første år

I løbet af det første år, huset har været i drift, har det vist sig, at de energimæssige målsætninger måske ikke helt kunne opfyldes – til trods for at husets energiforbrug vitterligt er lavt i forhold til konventionelt grønlandsk byggeri. De planlagte og realiserede forbrug og ydelser fremgår af Tabel 1.

kWh	Rumopvarmning	Varmtvandsforbrug	Tilskud fra solfangere
Planlagt	16.000	3.000	1.700
Målt	28.000	~2.650	~1.650

Tabel 1

Huset har således ikke problemer med at leve op til kravene i det nye grønlandske bygningsreglement, men dets energiforbrug til rumopvarmning er tæt på det dobbelte af det tilstræbte. Desuden kunne der være behov for at kontrollere, at solvarmeanlægget kører optimalt.

3Projektets målsætning

Målet for nærværende projekt har været at sikre dataindsamlingen i den kommende tid vedrørende husets ydelse, og at sikre kvalitet og validitet af data. Endelig er det målet at sikre at en god nyttiggørelse af resultaterne, både ved formidling lokalt til fagfolk i Sisimiut og ved forskningsmæssig publicering i internationale fora.

Det har været et ønske med projektet at inddrage lokale folk i Sisimiut til at have et medansvar for indsamlingen af resultater fra projektet – herunder at medvirke til at sikre, at huset også i de kommende år fungerer optimalt og efter hensigten.

4 Tekniske problemstillinger

Ved projektets start blev identificeret nogle områder, hvor der var behov for at følge op på, om husets teknik fungerede helt, som det har været hensigten. Disse er:

1. Installationer i teknikrum har været uisolerede.
2. Solfangersystemets drift – kontraventil i solvarmekreds
3. Virker styringen og energimåling af overløbsradiatoren?
4. Tilisning af varmeveksleren
5. Gulvvarme og ventilationssystemets eftervarmeblade
6. Kondens i vinduer
7. Keepfocus logging
8. Logging af vejrdata (temperatur og fugtighed) lokalt lige ved huset.

Desuden er der

Behov for dokumentation af:

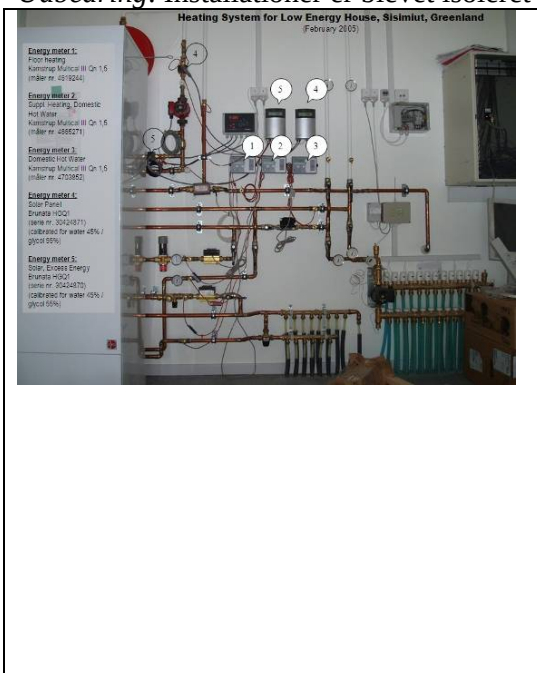
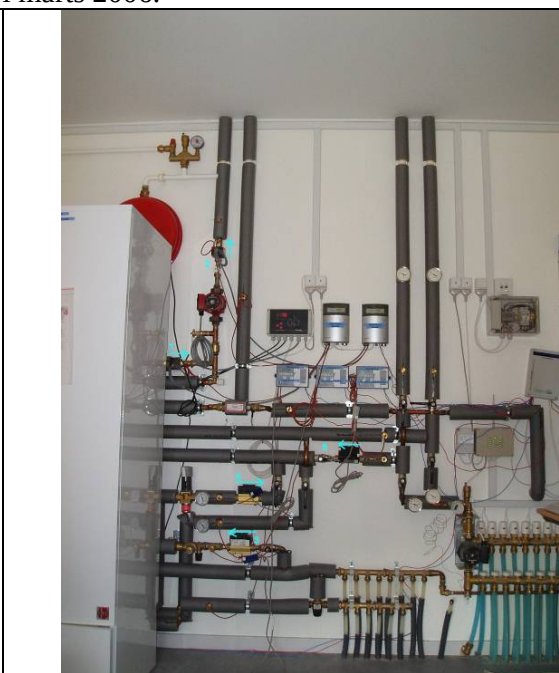
- a. huset
- b. installationerne
- c. målersystemet
- d. kalender for hændelser og reparationer/revisioner

Rutiner til opfølgning

1. Installationer i teknikrum har været uisolerede

Problem: Rørinstallationerne i bygningens teknikrum var uisolerede som huset blev afleveret. Det har givet et stort varmetab fra installationerne til teknikrummet, der til gengæld har haft en unødigt høj temperatur – og dermed et for stort varmetab til omgivelserne.

Udbedring: Installationer er blevet isoleret i marts 2006.

	
Uisoleret rørinstallation i teknikrum (február 2005).	Isoleret rørinstallation (aug. 2006).

2. Solfangersystemets drift – kontraventil i solvarmekreds

Problem: Det er konstateret at flowmåleren i solfangerkredsen i visse perioder uden solfangerdrift registrerer et flow. Der skulle tillige foretages en indregulering af solvarmeanlægget.

Udbedring: Problemet er blevet undersøgt i samarbejde mellem Jianhua Fan/Simon Furbo, BYG-DTU og Lars Løvendahl, Brøndum, Sisimiut. Det er ved temperaturmålinger i solfangerkredsen og solfangeren konstateret at der problemet *ikke* forårsages af egentlig selvcirkulation i solfangerkredsen med forøget varmetab fra varmtvandsbeholderen til følge. Det bør yderligere checkes om der er tale om samtidige interne opadrettede og nedadrettede væskestrømninger i røret hvor flowmåleren er installeret eller om flowmåleren er defekt. Solvarmeanlægget er blevet indreguleret i august 2006.

3. Virker styring og energimåling af overløbsradiatoren?

Problem: Der er aldrig overført overskudsvarme fra solfangerkredsen til radiatoren i indgangspartiet.

Udbedring: Det er aftalt at Lars Løvendahl, Brøndum, Sisimiut, checker at styresystemets signal når frem til 3-vejsventilen og at ventilen rent faktisk virker. Arbejdet, som kan udføres når solfangeren er i drift, er aftalt.

4. Tilisning af varmeveksleren

Problem: Der har været problemer med tilisning af ventilationssystemets varmevekslerenhed. Det er konstateret, at luftflowet gennem veksleren i vinteren 2005/06 har været meget ringe. Varmeveksleren står på loftet over teknikrummet, men uden for loftets isolering. I det oprindelige planlagte projekt havde det været tænkt, at loftisoleringen skulle være ført rundt om varmevekslerenheden, så den havde stået frostfrit, men denne løsning var af sparehensyn blevet ændret i det byggede projekt. Producenten af vekslerenheden foreskriver, at den skal stå frostfrit – helst nær stuetemperatur.

Udbedring: Der er af det lokale tømrerfirma Arctic Sanasut opbygget en isoleret kasse rundt om vekslerenheden på loftet. Løsningen er projekteret af Jørn Thomsen, Rambøll Grønland, til dels efter oplæg fra Jesper Kragh, BYG-DTU. Varmeveksleren står nu inden for 150 mm isolering, og en termostattyret elradiator opvarmer luften i kassen ved siden af veksleren til rumtemperatur. Der er indkøbt to HOBO dataloggere, hvoraf den ene måler fire temperaturer, nemlig temperaturen af indblæsnings- og afkastluft før og efter passage af vekslerenheden. Den anden måler spændingen fra trykdifferenstransmittere, der kan omsættes til flow i henholdsvis indblæsning og afkast. Disse loggere skal tappes manuelt ved besøg (med bærbar PC) på loftet. Loggerne er kun til periodisk kontrol af systemets drift, og deres måleresultater vil derfor ikke blive gjort tilgængelige på Internet. Installation af følere samt etablering af logning er udført af Egil Borchersen, BYG-DTU under ophold i Sisimiut ultimo november 2006.

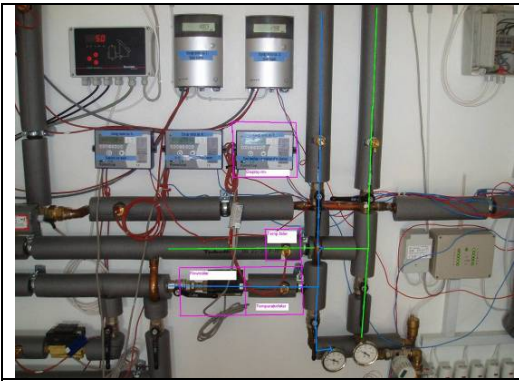
Forbedringen er bekostet af bygherren: CampusService DTU.

	
Varmevekslerenhed på loftet før indpakning i isoleret kasse.	
	
Isoleret kasse til varmeveksler.	Varmevekslerenhed stående i den isole-rede kasse. Man ser el-radiatoren, der holder stuetemperatur omkring veksleren.

5. Gulvvarme og ventilationssystemets eftervarmeblade

Problem: I den hidtidige opsætning af energimålere er bygningens energiforbrug til rumopvarmning målt som det samlede energiflow i de varmerør, der forsyner bygningens gulvvarmesystem og ventilationssystemets eftervarmeblade. Det har ikke været muligt at adskille de to varmeforbrug. Både til gulvvarmen og eftervarmebladen benyttes som frostsikring en glykol/vand-blanding på formentlig 55% glykol. Den oprindelige energimåler (Kamstrup) har ikke været korigeret for glykolindhold i varmesystemet, hvorfor målingen ikke har været helt korrekt. Da huset har haft et uforventeligt stort varmeforbrug, har det ikke været muligt at afgøre, om årsagen lå i et stort gulvvarmeforbrug, eller et varmespild til eftervarmebladen. Der har været anledning til mistanke begge steder:

- Der kan have været cirkulation af varmt vand op i eftervarmefladerne i det kolde loft også i perioder, hvor der ikke var behov herfor, eller hvor der pga. tilisning af ventilationssystemet ikke har været nogen luftstrøm at varme op.
- Der kan have været et unødigt forbrug af gulvvarme. Da der kan blive varmt i stuerne, fx når solen står på, kan det hænde, at terrassedøren i stuen er blevet åbnet, så der er kommet kold luft ind på gulvet, hvilket har givet et varmetab i perioder, hvor der egentlig ikke skulle have været noget varmebehov.

	
Energimålerne august 2006	

Udbedring: Der er bestilt to nye energimålere (Brunata), som kalibreres til 50% glykol (det maksimalt mulige i kalibreringen). Energimålerne leveres henover årsskiftet 2006/07 til Brøndum Grønland A/S og monteres af Lars Løvendahl i januar 2007 medens Egil Borchersen, BYG-DTU er på besøg i Sisimiut. Egil Borchersen forestår tilkobling af energimålerne til Keepfocus målesystemet, så måleresultaterne bliver logget og tilgængelige over Internet. Den nye energimålere bekostes af bygherren: CampusService, DTU.

Der er i august 2006 af Egil Borchersen placeret to HOBO dataloggere nær terrassedørene i stuen som logger den lokale lufttemperatur, og dermed om der kommer kold luft ind ved døråbning.

6. Kondens i vinduer

Problem: Ved husets 1-års eftersyn er konstateret dugdannelse mellem nogle af vinduerne i stuen.

Udbedring: Der er etableret en svag udeluftventilering af hulrummet i de koblede vinduer.

7. Keepfocus logning

Problem: Keepfocus loggeren har ikke kunne måle de signaler, der via m-bus var forbundet til dataloggeren: "Solar excess energy" og "Domestic hot water". Som kontrol af husets ydelse, har der hidtil været foretaget manuelle aflæsninger af installationernes måleure og lign.

Udbedring: Efter flere forsøg på at få signalerne logget – bl.a. med lån og installation af en ny datalogger opdages det endelig (ultimo august 2006), at problemet skyldtes et forkert serienummer til loggeren. Egil Borchersen har udført en stor indsats i Sisimiut for at få dette udredet. Undervejs havde det været overvejet helt at skifte målesystem og at sende en af BYG-DTUs måleteknikere til Sisimiut for at installere et sådant andet system. Disse anstrengelser kunne nu spares.

Ligeledes bliver de manuelle aflæsninger af displays nu overflødige, men vælges dog at fortsætte som kontrol. Arbejdet herved er ikke stort, og kan varetages af beboeren, Simon Lennert.

8. Logning af vejrdata (temperatur og fugtighed) lokalt lige ved huset.

Problem: Vejrdata måles på Teleøen i Sisimut. Dette er ca. en kilometer fra lavenergihuset, men nede ved vandet. Det ønskes at kende de lokale forhold ved huset af hensyn til sammenligning med øvrige måledata fra huset.

Udbedring: En HOBO temperatur- og RF-logger er i august 2006 af Egil Borchersen blevet anbragt i det åbne rum under huset.

Behov for registrering i logbog af hændelser og ændringer i husets tekniske installationer.

Der er etableret en logbog i teknikrummet, som husets beboer, Simon Lennert skriver i. Endvidere er der i forbindelse med "Årsrapport for lavenergihusets ydeevne" indført en logbog, hvori noteres væsentlige hændelser i forbindelse med registrering af husets ydeevne og systemændringer.

Eablering af rutiner til opfølgning

Paradigma for rapporten " LAVENERGIHUSET I SISIMIUT, Årsrapport for lavenergihusets ydeevne Juli 200x til juni 200x" foreligger nu. Sammen med det nu fungerende målesystem skulle det blive enkelt fremover at dokumentere og formidle om lavenergihusets ydelse.

I forbindelse med den nyligt pågåede justering af systemerne har medvirket flere af de lokale entreprenører og RAMBØLL Grønland A/S. I den løbende registrering af husets funktion og ydeevne, vil husets beboer Simon Lennert blive involveret. Endelig vil undervisere og studerende fra Bygge- og Anlægsskolen i Sisimiut, samt fra uddannelsen til Arktisk Ingeniør, have mulighed for at deltage i den fortsatte registrering af husets ydeevne.

5Konklusion

Resultater fra måling af det første års energiforbrug i lavenergihuset i Sisimiut viser at huset har et lavt energiforbrug til rumopvarmning på ca. 140 kWh/m² pr. år, hvilket er væsentligt bedre end kravene i det nye Bygningsreglement 2006 for Grønland (230 kWh/m² pr. år), men desværre noget større end målsætningen om et varmekonsum på 80 kWh/m² pr. år.

En del af årsagen hertil er en højere realiseret rumtemperatur (knap 23°C som årsgennemsnit) end antaget ved husets projektering. Dette ville have bragt det planlagte varmekonsum op på 92 kWh/m² – se rapporten om husets ydeevne i det første år (Rode et al. 2006).

Derudover er identificeret nogle tekniske årsager, som kan medvirke til at huset ikke har haft så lavt et energiforbrug som tilsigtet – bortset fra at det ikke er usædvanlig for nybyggede huse at have et større energiforbrug det første år, bl.a. på grund af udtørring af byggeriet. De væsentligste er:

- Ventilationsanlæggets varmegenvindingsaggregat har i perioder været frosset til, så varmegenvinding ikke har kunnet opnås.
- Der er formentlig ført varme frem til ventilationssystemets eftervarmeplade, som i perioder ikke er nyttiggjort til opvarmning af ventilationsluften, og derfor er varmen spildt i det kolde loftsrum. Varmetabet har ikke kunne spores, da det blev målt sammen med gulvvarmeanlæggets varmekonsum.
- Solvarmeanlæggets har ikke haft den tilsigtede styring og regulering.
- Installationer i teknikrummet har været uisolerede.

De nævnte problemer er givetvis blandt hovedårsagerne til den ikke helt tilfredsstillende ydelse, der er set i det første år. Foranlediget af dette projekt er fejl og uhensigtsmæssigheder blevet udbedret, og der er etableret forbedrede og udvidede muligheder for at registrere tilstande og ydelser i huset.

Undersøgelser og udbedringer er typisk udført ved samarbejde mellem folk fra lokale firmaer i Sisimiut og forskere fra BYG·DTU/Artek. Endvidere er husets beboer blev inddraget i forbedringer, ligesom beboeren vil være kontaktperson for den fortsatte opfølgning på målingerne i huset.

Flere af de udførte håndværksmæssige arbejder er bekostet af husets bygherre: CampusService, DTU.

Huset skulle nu være i en stand, hvor grønlandske myndigheder og firmaer kan høste af erfaringerne og nyttiggøre disse i en fortsat bæredygtig udvikling af det byggede miljø i Grønland.

6Litteratur

Ineqarnermut Attaveqarnermullu Pisortaqaarfik (Direktoratet for Boliger og Infrastruktur). *Bygningsreglement 2006*. 2006.

Carsten Rode, Egil Borchersen, Jianhua Fan, Simon Furbo, Jesper Kragh. *LAVENERGIHUSET I SISIMIUT. Årsrapport for lavenergihusets ydeevne, Juli 2005 til juni 2006*. Danmarks Tekniske Universitet, BYG·DTU. SR-06-12. 2006