



FOTO: POUL LINNERT CHRISTIANSEN



FOTO: JØRN A. THOMSEN

Byggeri i arktiske egne giver udfordringer allerede fra starten. På grund af den partielle permafrost i området bliver de fleste bygninger i Sisimiut placeret på klipper. Hvis de blev placeret helt eller delvist på jorden mellem klippekoldene, ville der være stor risiko for, at de ville sætte sig, da jorden arbejder i takt med, at vandet i den tør op eller fryser til is.

Solvarmeanlægget er dimensioneret, så det kan dække hele behovet for varmt vand i sommerperioden og en del af rumopvarmningen i specielt solrige perioder.



Plantegning af dobbelthuset på i alt 197 m<sup>2</sup>.

# FREMTIDENS HUS

Lavenergihus i Grønland er spydspids for bæredygtigt byggeri

TINE KORTENBACH >

I Sisimiut ligger et helt specielt hus. Det er enestående, fordi det udelukkende er opført for at teste og demonstrere ny lavenergiteknologi under ekstreme klimaforhold og dermed vise vejen for en generel udvikling af bæredygtigt byggeri i Grønland og andre dele af verden.

Sisimiut ligger 50 km nord for polarcirklen. Klimaet er barskt med vintertemperaturer ned til  $+35^{\circ}\text{C}$ , områder med permafrost, vinde af orkanstyrke og kun meget få soltimer om vinteren. Alligevel bor der 5.400 indbyggere i Sisimiut, Grønlands næststørste by.

Derfor var det ekstreme udfordringer, som Center for Arktisk Teknologi og BYG·DTU stod overfor, da forskere herfra kastede sig ud i det ambitiøse projekt, som på sigt skal give grundlag for nødvendig renovering af den eksisterende boligmasse i Grønland samt for det fremtidige byggeri og effektiv energiudnyttelse.

Trods alle de praktiske problemer, der altid opstår ved byggeri i arktiske egne, kunne beboerne flytte ind i februar 2005, og huset var klar til den officielle indvielse et par måneder senere.

"Formålet med vores forskning er at påvise muligheder og teknologier, som kan drive udviklingen – worldwide – i den rigtige retning," fortæller lektor Carsten Rode. Han er en af de forskere på BYG·DTU, der har

arbejdet med det utraditionelle byggeri.

Der er tale om et dobbelthus på 197 m<sup>2</sup> bestående af to ens lejligheder adskilt af en fælles midtersektion med vindfang og teknikrum/bryggers. Hver bolig består af et køkken/alrum med opholdsstue, to værelser og bad. I den ene bor en grønlandsk familie, og den anden bruges til udstilling.

Byggeriet er finansieret af Villum Kann Rasmussen Fonden, og Sisimiut Kommune har finansieret byggemodningen af grunden. Byggeriet er udført med anvendelse af lokal arbejdskraft, og huset bruges løbende i undervisningen af ingeniørstuderende og elever på Bygge- og Anlægsskolen i Sisimiut.

Huset repræsenterer en samling af de seneste års erfaring med ressourceoptimering af boligbyggeri. Heri indgår reduktion af overflader, udnyttelse af varmegenvinding på ventilation, der sikrer det bedst mulige indeklima, maksimal udnyttelse af aktiv og passiv solenergi samt ekstra fokus på isolering.

## Isolering

Lavenergihuset er godt foret med isolering overalt. I vægge er der brugt 300 mm. Det er dobbelt så meget som den traditionelle grønlandske standard på byggetidspunktet. Lofter og gulve er isoleret med 350 mm, hvilket også er væsentlig mere end

den daværende standard på 200 mm. Efter at huset var lavet, blev det grønlandske bygningsreglement ændret, så kravene nu svarer til henholdsvis 200 og 250 mm.

Isoleringsmateriale er i øvrigt ikke noget, man rutter med i Grønland. Det er nemlig meget dyrt, da det koster mange penge at fragte derop.

I modsætning til traditionelt byggeri er der anvendt en flerlagskonstruktion med 250 mm isolering i den ydre del af væggen og 50 mm i den indre del. Forskudte stolper i ydervæggen er med til at sikre, at der ikke opstår kuldebroer.

## Tør luft

Luften er meget tør i Grønland, da den er relativt kold og derfor ikke kan indeholde megen vanddamp. Til gengæld er luftfugtigheden som regel høj inde i husene, og fugt er ikke et ukendt problem i grønlandske boliger.

Det er et særdeles interessant spørgsmål, hvor fugten kondenseres. Og det hænger naturligvis sammen med placeringen af dampspærren.

"Tommelfingerreglen er, at hvis man placerer dampspærren op til 1/3 inde i konstruktionen, vil man ikke få problemer med kondens på den forkerte side af dampspærren, og samtidig vil man kunne placere elkabler og lignende uden at skulle gennembyrde dampspærren," fortæller >>



FOTO: PETER CLAUSEN

Jørn A. Thomsen fra Rambøll Grønland, som var totalrådgiver på færdiggørelsen af hovedprojektet.

”Fordelen er også, at der er mindre risiko for at perforere dampspærren, når man skal slå et søm i væggen for at hænge fotografiet af onkel Benjamin og fætter Sakæus op i stuen. Derfor er dampspærren sat lidt længere ude i konstruktionen, ved de bærende stolper.”

Foruden gipsplader er huset udstyret med en vindtæt dug lige under den ydre træbeklædning af redwood. Da det er dyrt at transportere gipsplader til Grønland, ville det nemlig være smart, hvis man kunne erstatte gipspladerne med de mere handy ruller af vindtæt dug.

### Nyudviklet teknologi

Flere af de valgte løsninger har krævet udvikling af nye teknologier, som aldrig er prøvet i Grønland. Det gælder f.eks. ventilationen med varmegenvinding, hvor det var nødvendigt at designe et specielt varmegenvindingsaggregat, der kontinuerligt kan afrime den is, der uundgåeligt vil dannes, når den fugtige indeluft

køles ned i varmeveksleren for at opvarme den kolde udeluft. Dette skete i samarbejde med firmaet Exhausto, og resultatet blev to modstrøms pladevekslere i serie.

At huset udelukkende er opvarmet af gulvvarme er også usædvanligt.

”Af hensyn til faren for frostsprængning var det ifølge det gældende grønlandske bygningsreglement ikke tilladt at have skjulte, vandførende rør,” fortæller Jørn A. Thomsen, der tilføjer:

”Vi fik en dispensation af bygningsmyndigheden, og nu er reglerne lavet om, så det er blevet tilladt på bestemte vilkår.”

Lavenergihuset er forsynet med et Velux solvarmeanlæg til opvarmning af brugsvand, suppleret af et oliefyr som backup i solfattige perioder. Anlægget er tilsluttet en radiator, der står i entreen, så eventuel overskudsvarme kan anvendes fornuftigt her. Solvarmeanlægget er dimensioneret, så det kan dække hele behovet for varmt vand i sommerperioden og en del af rumopvarmningen i specielt solrige perioder. Arealet af solfangerne er 8,1 m<sup>2</sup>. De er orienteret mod

sydøst og hælder 72 grader i forhold til vandret. Anlægget kan producere omkring 1.600 kWh om året.

Forskerne har allerede høstet en del erfaringer om, hvordan denne type byggeri fungerer i praksis. I de første fem år vil der blive foretaget omfattende målinger af husets energiforbrug og de nye teknologiers ydeevne. F.eks. er der installeret adskillige fugtmålere rundt omkring i konstruktionen, og de viser, at huset er dejlig tørt.

### Strømafbrydelser

Energiforbruget har dog været højere end forventet. I løbet af det første år har huset anvendt noget mere fyringsolie til opvarmning, end analyserne forud for opførelsen havde forudsagt. Årsagerne til dette er søgt afklaret, og en mulig forklaring kan findes i ventilationssystemet, som står oppe på det uisolerede loft, hvor det isede til i løbet af vinteren på grund af driftsstop i forbindelse med strømafbrydelser. Det og en række andre startvanskeligheder illustrerer på bedste vis, hvor svært det er at arbejde under ekstreme klimaforhold.

## MÅLET

Definitionen på et lavenergihus er, at det bruger halvt så meget energi som foreskrevet i bygningsreglementet. Målet var derfor at bygge et hus, der årligt maksimalt bruger 80 kWh/m<sup>2</sup> til opvarmning.



Løsningen blev at bygge en isoleret kasse rundt om ventilationsaggregatet og placere en lille elradiator i den, så temperaturen ikke falder under fem grader.

### Den menneskelige faktor

En anden del af forklaringen er den "menneskelige faktor", som Carsten Rode fra BYG·DTU udtrykker det. I de teoretiske beregninger havde forskerne forudsat, at indetemperaturen ville være 21°C i gennemsnit, men i virkelighedens verden blev den 23.

Jørn A. Thomsen supplerer: "Traditionelt styrer man ofte varmen i Grønland ved at åbne vinduer. De fleste boligblokke har fælles varmeafregning, så alle betaler en andel i forhold til boligens størrelse – det samme med vandet – så der er intet incitament til at spare på noget som helst."

"Til syvende og sidst tænker mange mennesker jo med pengepungen," fortsætter han.

"Det er paradoksalt, at der i øjeblikket slet ikke er økonomisk incitament til at spare på varmen i Grønland, da olien ikke afgiftsbelægges så hårdt som i Danmark. Til gengæld

er elprisen relativ høj, og ventilationsanlægget med varmegenvinding bruger strøm."

Fyringsolien koster omkring 3,80 kr. literen, og i Sisimiut skal almindelige forbrugere betale omkring 1,84 kr. for en kWh.

En række data om huset offentliggøres løbende, og interessen for byggeriet er stor.

"Jeg kan mærke, at lavenergihuset har været med til at ændre lokalbefolkningens holdning til at spare på ressourcerne," fortæller Jørn A. Thomsen fra Rambøll Grønland.

"Der har været en del skoleklasser på besøg, og huset har påvirket den måde, folk her i Grønland tænker på. Tidligere skænkede man ikke den slags mange tanker, men nu er det begyndt at interessere befolkningen. Man er begyndt at snakke om miljø."

Borgmesteren i Sisimiut, Hermann Berthelsen, er opmærksom på problematikken.

Han er glad for forsøgsbyggeriet, som han forventer vil være med til at give et bedre miljø og billigere boligformer for borgerne.

"I Arktis har vi som følge af de

klimatiske forhold et stort energiforbrug i vore huse. Det betyder omkostninger, såvel miljømæssigt som økonomisk. Sisimiut Kommune forventer, at lavenergihuset kan være med til, at Sisimiut, Grønland og hele Arktis får nedsat olieforbruget til opvarmning, den energikrævende skibstransport af olie til byen samt udledningen af røg fra oliefyr.

### YDERLIGERE OPLYSNINGER:

Lektor Carsten Rode, [car@byg.dtu.dk](mailto:car@byg.dtu.dk)

### ARTEK

Center for Arktisk Teknologi, i daglig tale kaldet Artek, er en tværfaglig projektorganisation med fokus på forskning, uddannelse og innovation inden for arktiske emner. Centerets økonomiske grundlag er bevillinger fra Grønlands Hjemmestyre, projektbevillinger og indtægter fra DTU.

Centeret drives i et samarbejde mellem Bygge- og Anlægsskolen i Sisimiut og DTU i Lyngby. Det ledes af professor Arne Villumsen, [av@byg.dtu.dk](mailto:av@byg.dtu.dk).