



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

R28:1979

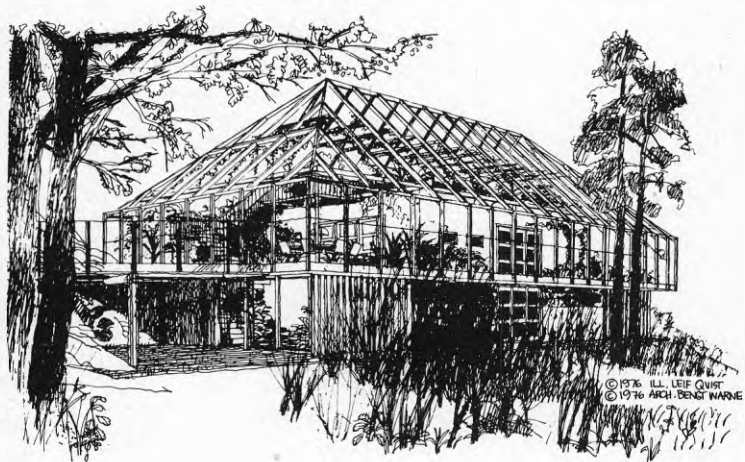
**Naturhuset —
Systemanalys av ett
resurssnålt boende**

Per Olof Persson

Byggforskningen

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

R28:1979



NATURHUSET - SYSTEMANALYS AV ETT RESURSSNÅLT BOENDE
Förslag till forskningsprogram

Per Olof Persson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 770570-3
från Statens råd för byggnadsforskning till Miljövärd-
centrum vid Tekniska högskolan, Stockholm.

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR YRIG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R28:1979

ISBN 91-540-2975-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1979 951558

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SID

Sammanfattning.....	5
Forskningsprojektet Naturhuset.....	7
Program för forskningsprojektet Naturhuset.....	9
Delprogram 1. Allmän bakgrundsbeskrivning.....	9
Delprogram 2. Energiförsörjning.....	9
2.1 Växthuset som absorptions- anläggning för strålning.....	10
2.2 Långtids- och korttidslagring av värmeenergi.....	11
2.3 Utnyttjande av värmeenergi.....	11
2.4 Återvinning av värmeenergi.....	12
2.5 Isolering för minskning av energiförluster.....	12
2.6 Behov av tillsatsenergi.....	12
Delprogram 3. Avfallshantering.....	14
Delprogram 4. Vattenförsörjning och avlopps- vattenbehandling.....	14
4.1 Uppsamling, filtrering, behand- ling och magasinering av regn- vatten och kondensvatten.....	15
4.2 Användning av regnvatten för bad, disk och tvätt.....	15
4.3 Behov av mineralhaltigt vatten.....	16
4.4 Rening av BDT-vatten.....	16
4.5 Infiltration, resorption och evapotranspiration av BDT- vatten i växthuset.....	17
4.6 Behandling av överskottsvatten.....	18
Delprogram 5. Luftbehandling.....	18
5.1-	
5.2 Växthusets inverkan på bostads- luftens syresättning och bosta- dens inverkan på koldioxidhalten i växthuset.....	18
5.3 Växthuset som luftreningsanläggning...	18
5.4 Växthusets inverkan på bostads- luftens fuktighet.....	18
5.5 Växthusluftens inverkan på värmegrund.	19
Delprogram 6. Tillämpning på Naturhuset.....	19
6.1 Miljöaspekter.....	20
6.2 Resurspåverkan.....	20
6.3 Arbetsinsats och tidsbudget för skötsel av Naturhuset jämfört med konventionellt boende.....	20
6.4 Ekonomisk analys.....	20
Delprogram 7. Sammanfattande värderingar.....	20
Projekttagare.....	21
Projektorganisation.....	21
Tidsram för projektet.....	22
Bilaga I.....	23

SAMMANFATTNING

Miljövårdscentrum vid KTH har från BFR erhållit ett anslag för utarbetande av ett program för forskning kring experimenthuset Naturhuset, som för närvarande är under uppbyggnad i Saltsjöbaden. Naturhuset är uppbyggt kring ett antal komponenter - bostad, växthus, värmegrund, multrum, biobädd, markbäddar för infiltration av BDT-vatten, vattenbassäng, braskamin m m, som tillsammans skall göra Naturhuset energisnålt och få huset att fungera på ett från miljösynpunkt tillfredsställande sätt.

Det program för forskningen kring Naturhuset som föreslagits omfattar 7 olika delprogram: 1. Allmän bakgrundsbeskrivning. 2. Energiförsörjning. 3. Avfallshantering, 4. Vattenförsörjning och avloppsvattenbehandling. 5. Luftbehandling. 6. Tillämpning på Naturhuset. 7. Sammanfattande värderingar.

FORSKNINGSPROJEKTET NATURHUSET

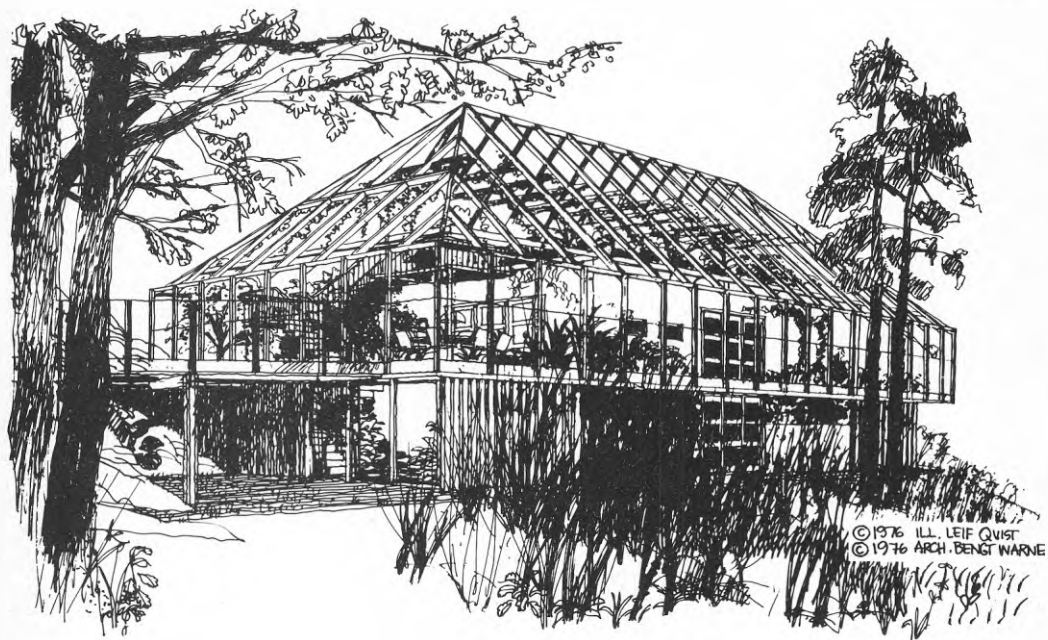
Miljövärdscentrum vid KTH har från Statens råd för byggnadsforskning (BFR) erhållit ett anslag för utarbetande av ett forskningsprogram för forskningsprojektet Naturhuset.

Naturhuset, som för närvarande är under uppbyggnad i Saltsjöbaden, är ett experimenthus i vilket man avser att studera möjligheterna att skapa en resurssnål bebyggelseform i samverkan med omgivande natur.

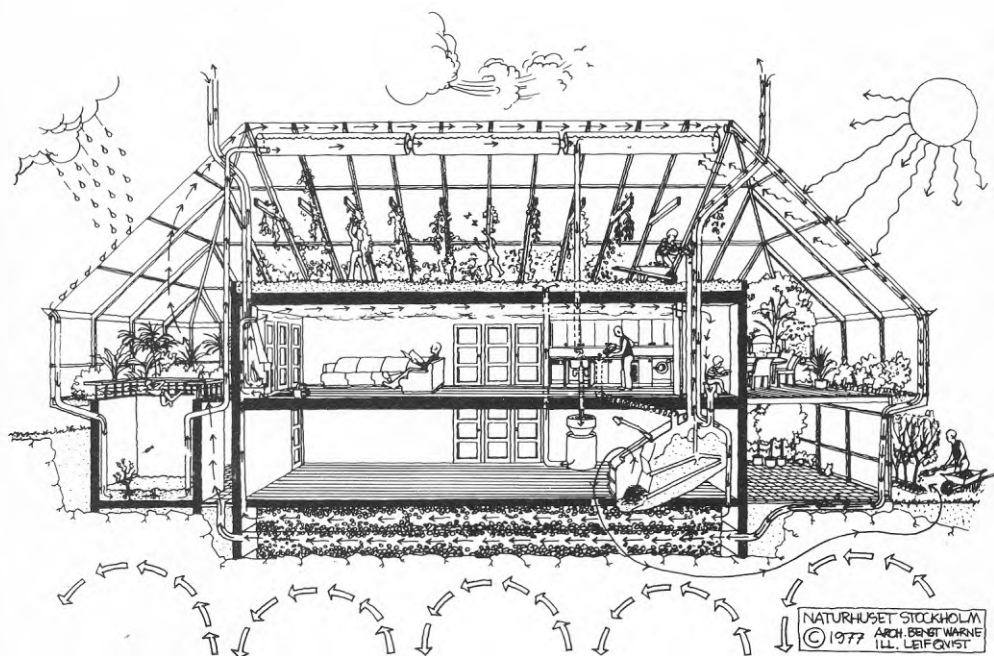
I Naturhuset kommer till exempel att studeras om det är möjligt att kraftigt reducera energibehovet i ett bostadshus genom att bostadshuset kopplas samman med ett växthus. I Naturhuset sker denna sammankoppling genom att bostadshuset är placerat inuti ett växthus. Växthuset kommer därvid att fungera dels som en absorptionsanläggning för strålning dels som en isolering av bostadshuset. För att systemet skall fungera erfordras dock att man har möjlighet att lagra värmeenergi. Naturhuset är därför försett med dels en värmegrund dels en vattenbassäng. För att ytterligare reducera behovet av energi kommer spillvärme så långt möjligt att försöka tillvaratas (från till exempel BDT-vatten), liksom multvärme från nedbrytningen av avfall i ett multrum. Förbränning av brännbart material från växthuset i en braskamin med hög verkningsgrad kommer också att ge ett värdefullt energitillskott.

Vid planeringen av Naturhuset har målsättningen varit att förutom att få ett energisnålt hus även få ett hus som fungerar på ett från miljösynpunkt tillfredsställande sätt. Så långt möjligt har därför i Naturhuset de tre kretsloppen jord, vatten och luft sökt slutas. För att få denna slutning av kretsloppen innehåller Naturhuset bl a följande komponenter: multrum för omhändertagande av latrin och matavfall, biobädd för rening av BDT-vatten, bassäng för uppsamling av regnvatten m m. Växthuset har också i detta sammanhang en viktig funktion. Växthuset kommer att fungera som en luftbehandlingsanläggning genom att den renar, syresätter och höjer luftfuktigheten i bostadsluften. I växthuset kommer också komposten från multrummet och det renade BDT-vattnet att tas omhand.

Avsikten med forskningen kring Naturhuset är att få erfarenhet av hur de olika komponenterna bostad, växthus, värmegrund, vattenbassäng, braskamin, multrum, biobädd m m, som Naturhuset är uppbyggt kring, fungerar var för sig samt att få erfarenhet av vilka samordningseffekter de olika komponenterna kan ge. Det bör redan här påpekas att avsikten med forskningsprojektet ej i första hand är att göra en utvärdering av huset Naturhuset. I projektet skall istället studeras generella tillämpningar av de komponenter som finns i Naturhuset. Naturhuset skall fungera som en försöksstation som kan ge erforderliga mätdata dels för varje enskild komponent dels för de olika komponenterna tillsammans.



Naturhuset



PROGRAM FÖR FORSKNINGSPROJEKTET NATURHUSET

Programmet för forskningsprojektet Naturhuset har uppdelats i ett antal delprogram enligt nedan:

1. Allmän bakgrundsbeskrivning
2. Energiförsörjning
3. Avfallshantering
4. Vattenförsörjning och avloppsvattenbehandling
5. Luftbehandling
6. Tillämpning på Naturhuset
7. Sammanfattande värderingar

Delprogram 1. Allmän bakgrundsbeskrivning

Som en inledning till studierna kring Naturhuset och de komponenter huset är uppbyggt kring kommer att göras en allmän bakgrundsbeskrivning av Naturhuset. Denna bakgrundsbeskrivning kommer att innehålla värderingar, referensramar och ställningstaganden som är grundläggande för problemområdet och av betydelse för forskningsprojektets genomförande.

En beskrivning av de intentioner och diskussioner som legat bakom husets tillkomst avses att ges. Att utvidga den tempererade zonen kring bostadsdelen genom att addera ett klimat-skyddande skikt i form av ett växthus medför speciella förutsättningar både med avseende på byggnadens organisation och gestaltning och med avseende på funktion och tekniska system. Växthusdelen tillför den egentliga byggnaden ytterligare volym, som dels tjänstgör som energimottagare, dels ger en yta tillgänglig för odling, vistelse etc.

Organisationssamband som är av betydelse för forskningsprojektets genomförande kommer att beskrivas liksom husets tänkta användning över året samt kostnad och tidsåtgång för byggnadens och dess delkomponenters uppförande.

Parallellt med detta arbete görs en studie av andra pågående mätningar och försök på utrustning och system liknande de i Naturhuset.

Delprogram 2. Energiförsörjning

Verksamheten inom delprogram 2 kan uppdelas i följande delmoment:

- 2.0 Beskrivning av Naturhusets energiförsörjningssystem.
- 2.1 Växthuset som absorptionsanläggning för strålning.
- 2.2 Långtids- och korttidslagring av värmeenergi.
- 2.3 Utnyttjande av värmeenergi.
- 2.4 Återvinning av värmeenergi.

2.5 Isolering för minskning av energiförluster.

2.6 Behov av tillsatsenergi.

2.7 Sammanställning och utvärdering.

2.1 Växthuset som absorptionsanläggning för strålning

Den viktigaste komponenten i Naturhusets energiförsörjningssystem är växthuset. Växthuset är avsett att fungera som en slags solfångare där den instrålade energin kommer att tas upp dels av växthusluften dels av växterna i växthuset. Kopplingen av växthuset till bostadshuset kan göras på olika sätt. I Naturhuset sker kopplingen genom att bostaden har placerats inuti växthuset. Därvid erhåller man den effekten att växthuset fungerar som en extra isolering av bostaden.

Eftersom den instrålade energin till växthuset varierar dels under dygnet dels under året bör man för att höja effektiviteten försöka lagra den instrålade energin. Detta kan göras på flera olika sätt. I Naturhuset finns dels en vattenbassäng dels en värmegrund för lagring av energin.

Beräkningsmodeller uppställs för växthuset som absorptionsanläggning för strålning med bakgrund av erforderliga grunddata om växthusets glasytor, innesluten luftvolym, glasyternas orientering och lutning, tekniska lösningar för glasytor, jordbäddar och övriga anslutningsytor mot byggnaden.

Beräkningarna kommer att bl a omfatta:

- instrålning mot glaskroppen fördelad över dygn, säsong och år, dels som ingångsdata i den totala energibalansen, dels som jämförelseunderlag till mätningar av verkligt instrålad energi över ett par testår.
- energiupptagning i luft, växter och växtbädd, efter samma indelningsgrund som för instrålning.
- överskottsvärme till värmelager och dess förväntade fördelning över året.
- växthusets energibalansmässiga relation till byggnaden och dess system.
- omfattning och sätt för intermittent ventilation vid risk för överhettning av växthuset samt beräkning av bortventilerad värmemängd.

Mot bakgrund av gjorda beräkningar diskuteras behov av nödvändiga mätningar, dels för att kontrollera resultaten av dessa, dels ge jämförelsematerial för värderingar under delprogram 6: Tillämpning på Naturhuset.

Vid arbetet med beräkningsmodeller kommer erforderliga kontakter att tas med andra institutioner med erfarenhet från problemområdet.

Som redan nämnts ovan kommer en del av den till växthuset instrålade energin att bindas i växter. Den energi som binds i växterna kan frigöras och tas tillvara antingen i multrummet eller i braskamin. Inom projektets ram kommer genom litteraturstudier lämpliga växtarter att väljas ut. Kriterier vid valet är: hög primärproduktion, slösar med vatten och närsalter, salttåliga, ätliga (?). De utvalda växtarterna kommer att testas i Naturhuset. De mätningar som därvid är aktuella är mätning av CO_2 och O_2 i inkommande och utgående luft. Förändring av CO_2 - och O_2 -hållt över dygnet och året med beaktande av möfkerandning. Mätning av biomassa och energiinnehåll inkl proteininnehåll vid olika tidpunkter av året. Uppskattning av vattenflöde genom växterna. Växternas förmåga att rena BDT-vatten avses också studeras.

2.2 Långtids- och korttidslagring av värmeenergi

Målet för denna del av projektet är att genomföra en teoretisk behandling av regenerativ värmelagring i s k värme-grunder. Resultaten från denna analys kommer att användas för bedömning av värmegrundens lämplighet som energilag-ringskomponent i uppvärmningssystem för småhus. Arbets-insatsen omfattar följande moment:

- Experimentell bestämning av konvektivt värmeövergångstal mellan luft och värmegrund i Naturhusets värmegrunds-installation.
- Anpassning av A J Willmots beräkningsmodell för hög-temperaturgeneratorer (Int. J. Heat. Mass Transfer, Vol 12 s 997-1014) till denna lågtemperaturapplikation.
- Datorsimulering av ett antal olika värmegrundskonstruk-tioner samt teknisk-ekonomisk utvärdering av dessa typer.

2.3 Utnyttjande av värmeenergi

Den värmeenergi som tas tillvara genom växthuset-värmegrunden, multrummet, braskamin m m i Naturhuset behövs bli a för upp-värmning av bostaden, produktion av varmvatten, uppvärmning av växthuset under vintermånaderna (det får aldrig bli frys-kallt i växthuset, då man kan få skador på byggnad, växter m m) m m, m m.

Arbetsinsatsen inom denna del av projektet är huvudsakligen att kartlägga behovet av värmeenergi för olika ändamål i Naturhuset med avseende på bli a kvantitet och kvalitet. Uppfylls behovskraven av den tillgängliga värmeenergin?

2.4 Återvinning av värmeenergi

I Naturhuset har målsättningen varit att få ett hus som om möjligt är självförsörjande vad gäller energi. Man har därför strävat efter att utnyttja de energiflöden som finns i huset så långt möjligt. Den lågvärdiga energi som finns i t ex BDT-vatten och ventilationsluft bör kunna tas tillvara. Detta kan ske med hjälp av värmeväxlare eller värmepumpar.

I projektet kommer att studeras om det är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt att ta tillvara spillvärmets i ventilationsluft och BDT-vatten. Arbetet kommer att genomföras genom mätningar i Naturhuset, litteraturstudier samt beräkningar.

Den fuktiga luften i växthuset innehåller mycket energi. Kan vattnet kondenseras ut på ett lämpligt sätt finns möjlighet att återvinna energi. Genom litteraturundersökning kommer olika metoder för detta att studeras, varefter ev kostnadsberäkningar kommer att göras (se även pkt 5.5).

En kartläggning kommer också att göras av vilka andra spillvärmeflöden som finns i Naturhuset och som skulle kunna utnyttjas.

2.5 Isolering för minskning av energiförluster

Som nämnts tidigare så fungerar växthuset förutom som en solfångare även som en isolering av bostadshuset. Växthuset ger förutom en minskad transmission även en minskad ofrivillig ventilation. I projektet kommer att studeras vilken betydelse från energisynpunkt den isolerande verkan växthuset har.

Under nätterna och under årets kalla månader ger växthuset stora glasytor stora energiförluster. Under varma somrardagar råder motsatt förhållande med risk för överhettning. I projektet kommer att studeras möjligheter att använda olika typer av isolering av växthuset dels med avseende på utstrålning vid negativ energibalans dels med avseende på skärmning vid risk för överhettning.

I Naturhuset har värmegrunden placerats under huset för att lagra energi. Hur skall isoleringen av denna utföras för att man ej skall få för stora energiförluster. Arbetet genomförs i samband med punkt 2.2.

2.6 Behov av tillsatsenergi

Ett värmesystem med enbart komponenterna växthus, värmegrund, vattenbassäng och multrum är ej tillräckligt för att göra ett bostadshus självförsörjande vad gäller energi. Naturhuset har därför försetts med en braskamin för förbränning av brännbart avfall från Naturhuset t ex papper, plast från hushållssoporna, brännbart material från växthuset m m. Braskaminen har en sådan värmeeffekt att den vid tillförsel av ytterligare bränslen utifrån skulle kunna stå för en betydande del av hela husets värmebehov.

Den i braskaminen alstrade värmen avges till rumsluften som fås att cirkulera genom kaminen. Värmeöverföringen till bostadens vistelsezoner är tänkt att ske som värme-strålning från takytan via ett utbildat varmluftsskikt strax under takytan. Några frågor som kommer att studeras vad gäller uppvärmning med braskamin ges nedan.

- Vilka klimatologiska konsekvenser har uppvärmningssättet?
- Påverkan på luftfuktighet.
- Uppkomna luftrörelser i systemet.
- Uppkomna temperaturskiktningar i rummet.
- Temperaturens variation över dygnet vid intermittent eldning.

Värmedistributionen till angränsande rum är tänkt att ske genom ljudisolerande öppningar i rumsskiljande mellanvägg (eller dörr). Genom mätningar skall klarläggas vilket värmetillskott detta kan ge samt om möjligt skall studeras förutsättningarna för denna värmedistribution.

Genom den förhöjda lufttemperaturen invid takytan kan en ökad transmission väntas genom taket. Studier kommer att göras för att klarlägga vilka energimängder som med hänsyn till isoleringsgraden och den förhöjda temperaturen passerar taket (och som i Naturhuset kommer växthusdelen till godo).

Studier avses också göras i avsikt att utröna storleken av energitillskottet från det i hushållet under året producerade brännbara avfallet.

I Naturhuset kan vid behov ytterligare energi tillföras huset genom att elpatroner installerats i braskaminen och värmeslingor installerats i värmegrunden.

För att kartlägga behovet av ev tillsatsenergi för uppvärmning av Naturhuset kommer energibalansberäkningar att göras. Energibalansberäkningarna kommer att göras över dygn, säsong och år, där säsongerna förläggs centriskt över vår-, sommar-, höst- och vinterjämnarna. Vid uppställandet av energibalansen för Naturhuset uppdelas huset i de 6 olika komponenterna: bostad, växthus, värmegrund, multrum, braskamin och vattenbassäng och energibalanser görs för var och en av komponenterna. För att erhålla nödvändiga data för uppställandet av energibalanserna kommer mätutrustningar att installeras i Naturhuset. I bilaga I ges en uppställning över vilka mätningar som måste göras.

Enkla matematiska modeller kommer att ställas upp för främst komponenterna bostad, växthus, värmegrund, se pkt 2.1 och 2.2 liksom en övergripande matematisk modell för hela energiförsörjningssystemet med alla de 6 olika komponenterna.

Med hjälp av modellerna kan man studera olika parametrar som konstruktionsparametrar, störningar och driftförhållanden. Modellerna för de enskilda komponenterna möjliggör simuleringar av dessa komponenter var för sig och optimeringar av komponenterna kan göras. Man kan också konstatera om de enskilda komponenterna är realistiska och lämpliga att använda. Den övergripande modellen möjliggör studier av hur de olika komponenterna kan kopplas samman på ett lämpligt sätt.

Genom uppdelningen i komponenter behöver studierna inom projektets energidel ej begränsas till en utvärdering av Naturhuset med de utformningar och de kopplingar av de olika komponenterna som finns där.

Delprogram 3. Avfallshantering

Verksamheten inom delprogram 3 innebär främst studien av möjligheterna att styra nedbrytningen av avfall i ett multrum. Till Naturhusets multrum förs latrin, matavfall, organiskt material från växthuset m m för nedbrytning. Vid nedbrytningen av avfall frigörs värmeenergi. Kan nedbrytningsprocesserna styras så att dessa enbart pågår under årets kalla månader finns möjlighet att ta tillvara värmeenergi.

Energibalanser uppställs för Naturhusets multrum över säsong och år. För att följa nedbrytningen i multrummet kommer korttidsmätningar av multrumets koldioxidbalans att göras.

Delprogram 4. Vattenförsörjning och avloppsvattenbehandling

Verksamheten inom delprogram 4 kan uppdelas i följande delar:

4. Beskrivning av vattenförsörjnings- och avloppsvattenbehandlingssystemet i Naturhuset.
- 4.1 Uppsamling, filtrering, behandling och magasinering av regnvatten och kondensvatten.
- 4.2 Användning av regnvatten för bad, disk och tvätt.
- 4.3 Behov av mineralhaltigt vatten.
- 4.4 Rening av BDT-vatten.
- 4.5 Infiltration, resorption och evapotranspiration av BDT-vatten i växthus.
- 4.6 Behandling av överskottsvatten.
- 4.7 Sammanställning och utvärdering.

4.1 Uppsamling, filtrering, behandling och magasinering av regnvatten och kondensvatten

Regnvatten har länge använts som dricksvatten i trakter där andra dricksvattentillgångar saknas, exempelvis på öar och i torra inlandsområden. Vattnet samlas upp, vanligen från takytor och filtreras genom sand eller aktivt kol, varefter det lagras i cisterner.

Föroreningar i detta vatten uppkommer genom nedsmutsning av takytorna mellan nederbördstillfällena med exempelvis sot, löv och fågelspillning, varför man ofta måste komplettera reningen med klorering och andra kemikalietillsatser.

I Naturhuset är regnvatten tänkt att användas enbart till bad, disk och tvätt. Man samlar in regnvattnet i ett tätbebyggt område, vilket kan medföra att föroreningsgraden är en annan än i de glesbygdsområden där man tidigare använt sig av regnvatten. Man kan även förvänta sig lågt pH och hög halt av sulfat i vattnet. Man har dessutom ett vattentillskott i form av kondensvatten från växthuset, där föroreningar av typ pollen, växtdelar etc ev kan komma med.

Inom ramen för forskningen kring Naturhuset bör man närmare studera:

- 1) Genom litteraturstudier
 - a) Vattentillrinning genom nederbörd
 - b) Kvalitet hos regnvattnet
 - c) Reningsmetoder
 - d) Lagring av vatten med biologiskt liv (ev salttillsatser, pH-justering etc).
- 2) Beräkningsarbete
 - a) Tillskott av kondensvatten från växthus (samverkan med 4.5)
- 3) Experiment och analyser
 - a) Studie av vattenkvalitet från uppsamlingsyta (pH, föroreningar etc) och mängd tillvarataget vatten
 - b) Prov med olika filtrering eller annan rening enl l c
 - c) Studie av magasinering - enbart lagring kontra lagring i "akvarium".

4.2 Användning av regnvatten för bad, disk och tvätt

Användning av ett mjukt vatten till bad, disk och tvätt medför att behovet av tvätt- och diskmedel minskar.

Under denna punkt avses studeras dels inverkan på förbrukningen av tvätt- och diskmedel ställt i relation till

salthalten i vattnet, dels vattenkvalitetens inverkan på val av diskmedel. Hänsyn vid diskmedelsval skall tas till inverkan på efterföljande rening av vattnet, dvs närsaltinnehåll etc.

4.3 Behov av mineralhaltigt vatten

En del mineralhaltigt vatten krävs för matlagning etc. Detta vatten hämtas i Naturhuset från det kommunala vattenledningsnätet. Vattenledningsvattnet kan också behövas som tillskott till regnvattnet under torrperioder.

Genom litteraturstudier av nederbördsdata skall göras en bedömning av den totalt erforderliga mängden tillsatsvatten. En ekonomisk optimering av storleken på lagringsbassängen för regnvatten med avseende på förbrukning av ledningsvattnet och bassängkostnad ska också göras.

De teoretiska beräkningarna följs upp i samband med de praktiska studierna under 4.1.

4.4 Rening av BDT-vatten

Undersökning av BDT-vattnets sammansättning och mängd per person och dygn i Naturhuset samt jämförelse med värden från hus där konventionella lösningar används. Analysparametrar: mängd l/p.d, slamhalt, ledningsförmåga, BS_7 , COD, kväve, fosfor, salter.

Separata undersökningar av BDT-vattnets sammansättning har tidigare utförts i mycket ringa omfattning. En undersökning vore därför värdefull genom att separat behandling av KL- och BDT-vatten kan komma att bli allt vanligare bl a i samband med fritidshus.

I Naturhuset finns en vattenreningsanläggning bestående av en stenfyllt biologisk bädd. Biologisk bädd för vattenrening i kommunala reningsverk och mindre anläggningar för ett antal hushåll är en sedan länge känd och tillämpad teknik. Biologisk bädd för enstaka hushåll, vilket det här är frågan om, har undersökts och tillämpats i vida mindre grad. En svårighet med den biologiska reningen är att det tar 4-10 dagar att bygga upp den biologiska aktiviteten i bädden när denna börjar användas och efter längre uttorkning. En biologisk bädd för ett hushåll är således beroende av någon form av utjämning av vattenflödet för att inte aktiviteten ska avstanna om ingen är hemma under en tid. I den enda anläggning av denna typ, som säljs på den svenska marknaden, har man löst utjämningsproblemen med hjälp av en cirkulationspump, så att vattnet recirkuleras genom bädden.

Genom en matematisk och experimentell behandling kommer att studeras en liten biologisk bädds känslighet för belastningsvariationer och möjligheter till flödesutjämning utan användande av cirkulationspump. Hänsyn tas härvid till den geometriska utformningen av bädden.

4.5 Infiltration, resorption och evapotranspiration av BDT-vatten i växthuset

Det renade BDT-vattnet från den biologiska bädden låter man i Naturhuset infiltrera i de markbäddar som finns i växthuset. Vattnet tas upp av växterna i växthuset (resorption). En fullständig resorption innebär att allt BDT-vattnet tas upp via växternas solsystem, varvid en mindre del används för deras tillväxt. Större delen avgår till luften i växthuset via växternas evapotranspiration, vilken alltså avgör kapaciteten hos resorptionsanläggningen.

Evapotranspirationen beror av främst lufttemperatur, luftfuktighet, luftomsättning i växthuset samt jordlagrets vattenhalt. Växternas omsättning är vidare beroende av instrålning, näringstillgång och CO_2 -halt i luften.

Formler för beräkning av evapotranspirationen som funktion av temperatur, luftfuktighet, vind m m finns men de ger endast grova uppskattningar.

En undersökning av en resorptionsanläggningens kapacitet kommer att göras. Publicerade resultat av undersökningar i Norden tycks saknas. En litteraturgenomgång av ev undersökningar utomlands bör göras. Resultat från sådana är dock ej direkt tillämpbara på svenska förhållanden p g a klimatskillnader.

Överslagsberäkningar ger vid handen att resorption knappast kan ombesörja reningen av allt BDT-vatten som produceras i Naturhuset. (Tillgänglig yta i Naturhusets växthus torde vara för liten.) Speciellt gäller detta vintertid. I botten på resorptionsbädden bör därför läggas dränerande ledningar varigenom anläggningen kan fungera som en kombinerad resorptions-markbäddanläggning. En viss vertikal vattenrörelse förhindrar även anrikning av salter i bädden.

Syftet med forskningen kring pkt 4.5 är att studera om resorption kan vara ett realistiskt alternativ att ta hand om BDT-vatten och i så fall ta fram underlag för dimensioneringsregler för sådana anläggningar. Mätprogrammet kommer att omfatta: lufttemperatur, luftfuktighet, vattenhalt i resorptionsbädden, luftomsättning, mängd resorberat BDT-vatten.

De processer, som sker vid infiltration av vatten i en jordbädd, kan delvis beskrivas med hjälp av de modeller för simulering av tvåfasströmning i jordbäddar och adsorption och jonbyte i porösa bäddar som utarbetats av doktorander vid inst f kemisk apparatteknik. Dessa modeller ska tillämpas på en jordbädd av den typ som finns i Naturhuset. Hänsyn till växternas inverkan kommer också att tas. Med hjälp av denna modell simuleras ändringar i BDT-vattnets mängd och sammansättning (saltinnehåll etc). Beräkningarna verifieras dels genom kolonnförsök, dels genom mätningar i Naturhuset vid olika driftbetingelser.

4.6 Behandling av överskottsvatten

Emedan det råder stor osäkerhet beträffande resorptionsanläggningens kapacitet bör densamma ovillkorligen kompletteras med någon alternativ metod för rening av BDT-vattnet, exempelvis extern markbädd eller infiltrationsanläggning. Om extern markbädd används vore en studie av reningseffektens beroende av de varierande temperaturförhållandena i markbädden värdefull.

Delprogram 5. Luftbehandling

Inom delprogram 5 kan verksamheten uppdelas i följande punkter:

5.0 Beskrivning av luftcirkulationssystemet i Naturhuset.

5.1 Växthusets inverkan på bostadsluftens syresättning.

5.2 Bostadens inverkan på koldioxidhalten i växthuset.

5.3 Växthuset som luftreningsanläggning.

5.4 Växthusets inverkan på bostadsluftens fuktighet.

5.5 Växthusluftens inverkan på värmegrund.

5.6 Sammanställning och utvärdering.

5.1-5.2 Växthusets inverkan på bostadsluftens syresättning och bostadens inverkan på koldioxidhalten i växthuset

För att utröna inverkan på luftsammansättningen av samverkan mellan människorna i bostaden och växterna i växthuset kommer en materialbalans för detta att uppställas. Hänsyn kommer härvid att tas till de variationer som uppstår över dygnet och året (ingen i bostaden på dagen, låg fotosyntes på natten, minskning av fotosyntesen under vinterhalvåret).

5.3 Växthuset som luftreningsanläggning

Det som ger upphov till upplevelsen av "skämd luft" i ett boningsrum är inte brist på syre, utan förekomst av lukt. För att utröna om man genom samverkan mellan boningshus och växthus erhåller en minskning av behovet av frisk luft från omgivningen kommer mätningar av representativa ämnen i luften att utföras, varvid jämförelser med tidigare mätningar av dessa ämnen i andra lokaler kan göras. Även stofthalten i växthus och bostadsdel kommer att mätas vid olika årstider.

5.4 Växthusets inverkan på bostadsluftens fuktighet

Mätningar av relativa fuktigheten i växthus och bostads-hus kommer att göras vid olika årstider, varvid jämförelse görs med hus utan växthusomgivning.

5.5 Växthusluftens inverkan på värmegrund

Då varm, fuktigtad luft under varma somrardagar förs ned i den kallare värmegrunden kommer en del av fukten i luften att kondenseras ut, varvid kondensationsvärme frigörs. Om vattnet kvarstannar i värmegrunden tills värme ska tas ut ur denna kommer den luft som värms att fuktas upp vid passagen genom värmegrunden.

Genom en material- och energibalans uppskattas vattenmängden vid olika årstider. Genom litteraturstudier utrönes lämpligheten av vatten i värmegrund (risk för biologisk aktivitet med påföljande "källarlukt" hos luften etc). Litteraturundersökningen kommer även att omfatta lämpliga metoder för utkondensering av vattnet, varefter ev kostnadsuppskattning av en sådan metod kommer att göras.

Delprogram 6. Tillämpning på Naturhuset

Tillämpning av system, studier av kretslopp och tekniska lösningar med avseende på brukarens upplevelser och värderingar, krav på medvetenhet och kunskap, till besparingar/fördringar av boendekostnad m m.

Naturhuset studeras med utgångspunkt från tre aspekter:

- Brukaren. Vilka beteenden/krav skiljer boende i Naturhuset från traditionellt boende.
- Huset/tekniska system. Vilka ändrade förutsättningar medför de i Naturhuset ingående systemen/komponenterna.
- Omgivningen. Vilka förutsättningar ges av bostadshusets relation till växthuset, av hela byggnadens relation till omgivningen/omgivningens tekniska system.

Dessa delområden studeras med hänsyn till variabler av typ: begriplighet, skötsel, hanterlighet samt tidsåtgång/tidsvinst för dessa även sett ur ett större perspektiv såsom komponenter, byggnadsorganisation, omgivning, berörd kommun etc.

Naturhuset och dess delar utgör ett komplicerat system som ställer speciella krav på brukaren. För brukarens del medför det att hon har eller ges kunskap om vad de olika systemen kräver och anpassar sitt beteende efter detta. Vad upplevs som positivt/negativt med avseende på upplevelse och bekvämlighet när det gäller t ex vedhämtning, kompostering, växtvård etc?

Studierna inom delprogram 6 kan uppdelas i följande 4 delar:

6.1 Miljöaspekter

6.2 Resurspåverkan

6.3 Arbetsinsats och tidsbudget för skötsel av Naturhuset jämfört med konventionellt boende.

6.4 Ekonomisk analys.

6.1 Miljöaspekter

Här utförs jämförelsestudier mellan Naturhuset (växt- och bostadshus) och några likvärdiga boendeformer med avseende på upplevelser av den inre och den yttre miljön. Diskussion av för- och nackdelar beträffande klimathållning, ljus, värme, buller, luft, fuktighet etc.

6.2 Resurspåverkan

Med utgångspunkt från utförda mätningar och beräkningar utföres här en analys ur olika aspekter. (Energibehov, vattenbehov m m.)

6.3 Arbetsinsats och tidsbudget för skötsel av Naturhuset jämfört med konventionellt boende

Studierna avser att klarlägga konsekvenser av bygnadsorganisationen med avseende på begriplighet, skötsel, hanterlighet, tidsåtgång och driftsäkerhet. Dessa parametrar relateras till brukarens situation och värderas med avseende på beteende, kunskap, upplevelse och attityder.

Med dessa förutsättningar studeras positiva och negativa effekter för olika delaspekter såsom planorganisation, rumsliga konsekvenser, kommunikationer, uppvärmning, utnyttjande, säkerhet, upplevelser och attityder.

Här förs också en diskussion om skalan på ingående system och komponenter och beräkningar utföres för att kunna utvärdera dess optimala storlek.

Avdelningen för Husbyggnad har för avsikt att studera brukarspekterna även för andra byggnader, dock ej inom detta projekts ram.

6.4 Ekonomisk analys

Analys utföres av berörda institutioner under forskningsprojektets gång.

Delprogram 7. Sammanfattande värderingar

Arbetet inom delprogram 7 innebär en sammanställning och värdering av alla erfarenheter och resultat från Naturhusprojektets 6 första delprogram. Arbetet kommer att göras av samtliga i projektet deltagande institutioner i mycket nära samarbete med varandra.

PROJEKTDELTAGARE

I forskningsprojektet Naturhuset kommer huvudsakligen följande fyra institutioner vid KTH att deltaga: (Inom parentes har angivits vem som är huvudansvarig för forskningsverksamheten inom Naturhusprojektet vid resp institution.)

Inst f arkitektur, avd f husbyggnad (prof Bengt Hidemark)
 Inst f kemisk apparatteknik (prof Fredrik Setterwall)
 Inst f kulturteknik (univ lektor Åke Fleetwood)
 Inst f värme- och ugnsteknik (prof Rolf Collin)

Inst f arkitektur kommer främst att arbeta inom delprogrammen 1, 2.1, 2.5, 6.1 - 6.4 i forskningsprogrammet ovan.

Inst f kemisk apparatteknik kommer att ta hand om delprogrammen 2.3, 2.4, 2.6, 4.1 - 4.4 samt 5.1 - 5.5. Dessutom kommer institutionen att svara för det överordnade studiet av energiförsörjningen med hjälp av de komponenter som Naturhuset är uppbyggt kring.

Inst f kulturteknik kommer främst att arbeta inom delprogrammen 2.1 - 2.2, 3, 4.4 - 4.6.

Inst f värme- och ugnsteknik slutligen kommer att arbeta inom delprogrammen 2.2 och 2.5.

Miljövårdscentrum kommer att svara för samordningen av projektets olika delar. Centret kommer även att svara för arbetet inom delprogram 7.

PROJEKTORGANISATION

För att på ett tillfredsställande sätt kunna genomföra föreliggande tvärvetenskapliga forskningsprojekt erfordras en väl fungerande projektorganisation. Huvudansvarig för projektet är Miljövårdscentrum vid KTH som är ett tvärvetenskapligt organ med uppgift att inom högskolan verka för en samordning av forskning och utbildning i miljövard.

För ledning och samordning av projektet kommer att finnas en projektstyrelse bestående av Miljövårdscentrums ordförande (ordförande) och tekniske sekreterare (sekr) samt en representant från var och en av de i projektet deltagande institutionerna.

En aktiv samordnande verksamhet är nödvändig eftersom projektets olika delavschnitt är nära beroende av varandra. Projektstyrelsen kommer regelbundet att sammankallas för att informera om utförd eller pågående verksamhet samt för att diskutera den fortsatta verksamhetens uppläggning. Centret planerar att arrangera offentliga seminarier för att så snabbt som möjligt göra framkomna resultat allmänt tillgängliga. Synpunkter på nya angreppspunkter eller smärre modifikationer i metodik och inriktning på forskningsprogrammet kan då förmedlas.

Centret avser vidare att försöka upprätta kontakter och inleda kontakter med andra forskare som sysslar med likartade frågor.

För att säkerställa informationsutbytet med Naturhus-gruppen kommer att finnas en kontaktgrupp bestående av Miljövärdscentrums ordförande och tekniske sekreterare samt två representanter från Naturhus-gruppen. Genom regelbundna sammanträden kan information förmedlas om projektets fortskridande, krav framföras på konstruktions-tekniska förändringar och förändringar i utnyttjandet av Naturhuset för att få erforderliga mätvärden m m, m m.

TIDSRAM FÖR PROJEKTET

Huvuddelen av forskningsprogrammet är planerat att genomföras under en treårsperiod med start i juli 1978. Efter treårsperiodens utgång återstår huvudsakligen utvärderings- och sammanställningsarbete. För detta erfordras ca 6 månader. Detta innebär att forskningsprojektet Naturhuset kommer att vara avslutat vid årsskiftet 1981/82. Att genom en intensivare arbetsinsats förkorta projekttiden omöjliggörs av att växterna i växthuset är en viktig komponent i växthusets funktion. Växternas tillväxthastighet kan ej påskyndas. För att erhålla tillfredsställande mätresultat erfordras mätningar över flera vegetationscykler vilket också omöjliggör en påskyndning av projektet.

Totalt erfordras, för att genomföra hela det föreslagna forskningsprogrammet, en forskningsinsats på 130 manmånader. Därtill kommer 10 manmånader för projektledning och samordning.

MÄTNINGAR SOM ERFORDRAS FÖR UPPSTÄLLANDE AV ENERGIBALANSER

För att kunna ställa upp energibalanser för de olika komponenterna bostad, växthus, värmegrund, multrum, vattenbassäng och braskamin erfordras ett stort antal olika mätningar i Naturhuset. Nedan kommer att ges en redovisning av vilka mätningar som avses göras.

I nedanstående uppställning visas översiktligt vilka energitillskott och energiförluster som kan uppträda för de olika komponenterna i Naturhuset:

Avgiven energi genom	Avgående vatten Avgående luft (inkl vattenånga) Förluster genom ledning, konvektion transmission och luftläckage
Tillförd energi genom	Inkommande vatten Inkommande luft (inkl vattenånga) Infällande strålning Förbränning av bränslen Div utrustning Personvärme

Den energimängd som tillförs eller bortförs med det inkommande resp avgående vattnet är beroende av mängd och temperatur. Energimängden i luften är beroende av dess mängd, temperatur och fuktighetshalt. Vattenflödet kan mätas med en imomätare och luftflödet mätas som tryckfallet över en strypfläns. För temperaturmätningarna och fuktighetsmätningarna kan användas termoelement resp hygrometrar.

Infällande strålning kan mätas med en pyrheliometer.

Mätningarna måste i flertalet fall ske kontinuerligt och mätvärdena registreras därför på skrivare.

För var och en av de sex komponenterna bostad, växthus, värmegrund, multrum, vattenbassäng och braskamin ges nedan en redovisning vilka mätningar som måste göras.

I. Bostad

- Flöde och temperatur på brunnsvattnet som tillförs bostadshuset.
- Flöde och temperatur på ingående hushållsvatten.
- Flöde och temperatur på vattnet från biobädden till infiltrationsanläggningen.
- Flöde, temperatur och fuktighet på luften till och från värmegrunden i bostadshuset.
- Tillförd värme från braskamin (se braskamin).
- Flöde, temperatur och fuktighet på luften till och från växthuset.
- Tillförd värme från multrummet (se multrummet).
- Temperatur och fuktighet på friskluften.

- i. Provtryckning av bostadshuset för att kunna beräkna förluster genom luftläckage.
- j. Förbrukning av elenergi i bostadshuset.
- k. Beräkning av förluster i bostadshuset p g a transmission, ledning och konvektion.
- l. Tillförsel av personvärme.

2. Växthuset

- a. Flöde och temperatur på regnvattnet som tillförs samt vatten som bortförs ur bassängen i växthuset. = 5 a b, l b
- b. Flöde och temperatur på vattnet före resp efter uppvärmning i solfångare.
- c. Flöde och temperatur på vattnet från biobädden till infiltration. = l c
- d. Flöde och temperatur på överskottsvattnet från infiltrationen.
- e. Flöde, temperatur och fuktighet på luften till och från värmegrunden i växthuset.
- f. Flöde, temperatur och fuktighet på luften till och från bostaden. = l f
- g. Flöde, temperatur och fuktighet på ventilationsluften vid risk för överhettning.
- h. Provtryckning av växthuset för att kunna beräkna förlusten genom luftläckage.
- i. Nettoinstrålning av solenergi till växthuset.
- j. Förbrukning av elenergi i växthuset.
- k. Beräkning av förluster i växthuset p g a transmission, ledning och konvektion.
- l. Tillförsel av personvärme.
- m. Mätning av temperatur och fuktighet i olika delar av växthuset (erfordras ej för energibalansen).

3. Värmegrund

- a. Flöde, temperatur och fuktighet på luften till och från värmegrunderna. = l d och 2 e
- b. Temperaturen i berget runt värmegrunderna.
- c. Temperaturen i olika delar av värmegrunderna.

4. Multrum

- a. Flöde, temperatur och fuktighet på luften till och från multrummet.
- b. CO₂-halten i luften till och från multrummet (ej kontinuerlig registrering).
- c. Temperaturer i olika delar av massan i multrummet.

5. Vattenbassäng

- a. Flöde och temperatur på regnvattnet som tillförs bassängen i växthuset.
- b. Flöde och temperatur på vattnet som leds bort från bassängen. = l b
- c. Flöde och temperatur på vatten som tillförs bassängen från ev kondenseringsanläggning för luftfuktigheten i växthuset.
- d. Temperaturen på olika djup i bassängen.

6. Braskamin

- a. Flöde och temperatur, fuktighet på luften till och rökgaserna från braskamin.
- b. CO₂-halten i rökgaserna från braskamin. Registrering av CO₂-halten i rökgaserna avses ske med automatisk CO₂-analytator.
- c. Kolhalt i askan (ej kontinuerligt).

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 770570-3 från
Statens råd för byggnadsforskning till Miljöcentrum vid
Tekniska högskolan, Stockholm**

R28:1979

**ISBN 91-540-2975-9
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

Art.nr: 6600928

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst
Box 1403
111 84 Stockholm**

Cirka pris: 15 kr exkl moms