



Stockholms-
projektet

Framtidens byggnader -energisnåla och kvalitetssäkra



Kv Bodbetjänten, foto Bo Seijmer



Kv Sjuksköterskan, foto Bo Seijmer



Kv Höstvetet, foto Bo Seijmer



Kv Konsolen, foto Bo Seijmer



Kv Kejsaren, foto Carl Michael Johannesson



Kv Skogsalmen, foto Bo Seijmer

I Sverige, liksom andra industriländer, har under de senaste åren stora FoU-insatser gjorts när det gäller utveckling av energisnåla och kvalitetssäkra hus, såväl småhus som flerbostadshus.

Resultaten av dessa ansträngningar visar sig nu bl a genom att energianvändningen minskar vad gäller uppvärmning av våra hus.

Bbyggforskningsrådet (BFR) har under ett antal år stött forskning på detta område. Det sk "Stockholmsprojektet" är ett led i BFR:s satsning på utveckling av nya flerbostadshus med låga kostnader för energi, drift och underhåll samtidigt som man har hög kvalitet på bostaden.

Stockholmsprojektet "Utveckling av energisnåla, nya flerbostadshus", som är ett av BFR:s större FoU-projekt någonsin, har rönt stort intresse såväl nationellt som internationellt. I Stockholmsprojektet ingår sex demonstrationsprojekt, nämligen: kvarteren Sjuksköterskan, Konsolen, Kejsaren, Bodbetjänten och Skogsalmen. Projektet har pågått sedan 1982 och är nu mitt inne i mät- och utvärderingsfasen. Enligt tidplanen väntas de slutgiltiga resultaten föreligga 1988.

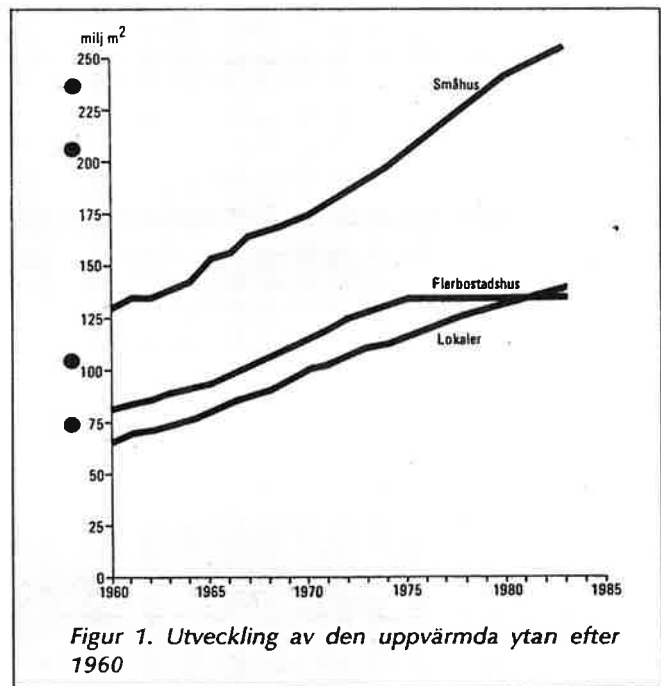
Men redan nu har det kommit fram intressanta delresultat, som presenteras i flera artiklar i detta nummer. Som bakgrund till dessa vill jag här redovisa vissa utvecklingstrender i byggnadsbeståndets och då främst flerbostadshusens utveckling från energisynpunkt, samt BFR:s FoU-strategi inom området.

Byggnaders energistatus

Under de senaste åren har det totala bostadsbyggandet minskat kraftigt inte minst när det gäller nya flerbostadshus. Under den senaste 10-årsperioden har den sammanlagda



Bertil Petterson är enhetschef för byggnadsteknik och energihushållning vid Byggeforskningsrådet (BFR).



Figur 1. Utveckling av den uppvärmda ytan efter 1960

uppvärmda byggnadsarean för flerbostadshus legat på en i stort sett oförändrad nivå, ca 1/3 av den totala bostadsytan.

Småhusytan uppvisar en kraftig tillväxt under 1970-talet till följd av stor nyproduktion och ringa rivning. För flerbostadshusen avstannar ökningen vid mitten av 70-talet på en minskad nyproduktion och oförändrad rivning.

En kraftig omstrukturering av boendet har ägt rum. Närmare 800 000 personer har flyttat från flerbostadshus till småhus under de senaste tio åren. Bostadsbeståndet omfattar ca 3,7 miljoner lägenheter, varav ca 2,1 miljoner i flerbostadshus. I figur 1 visas utvecklingen av den uppvärmda ytan efter 1960 för olika byggnader.

Hög internationell kvalitet

Det svenska byggnadsbeståndet har internationellt sett hög kvalitet inte minst när det gäller energistatus. Det beror till stor del på

att de svenska byggnormerna alltid innehållit minimikrav på värmeisolering och teknisk standard.

Utöver dessa minimikrav har man erhållit fördelaktiga lån så att s k ekonomisk värmeisoleringsgrad kunnat erhållas. Dessa har normalt utnyttjats i produktionen av små- och flerbostadshus. Genom energisparåtgärder under senare år har inte minst de gamla husens energitekniska standard förbättrats.

Under senare år har emellertid ett ökat antal skador, framför allt fukt- och mögelskador, rapporterats i främst småhus från 60- och 70-talens produktion. I den produktionen noterades också många fel och brister i isoler- och täthetsutförandet, vilket även gäller flerbostadshus.

Samstämmiga rapporter säger dock att sådana fel förekommer i klart mindre omfattning i nyare hus. En bidragande orsak kan vara att det på senare år utvecklats bättre kontrollmetoder, t ex termografering och täthetsprovning, som använts i ökande omfattning i nyproduktionen och bidragit med värdefull kunskap om hur olika konstruktioner fungerat i praktiken.

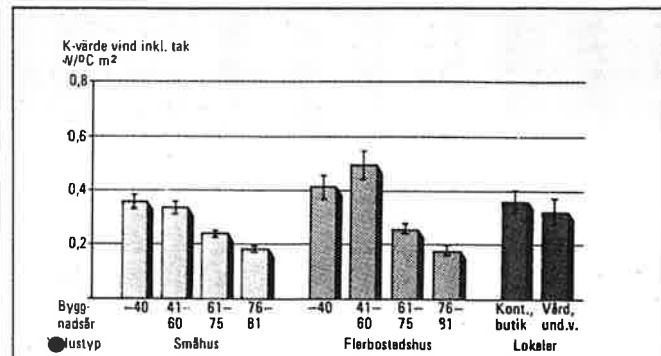
Flerbostadshusens energiförbrukning minskar

I en för Energi -85-utredningen genomförd statistisk urvalsundersökning av bebyggelsens energistatus framkom bl a hur isolerstandarderna varierar i olika typer av byggnader med olika ålder. I figur 2 visas k-värden, som är ett mått på isolerstandarderna, för vindskonstruktioner i småhus, flerbostadshus och lokaler i dagens bestånd. Det kan t ex noteras att åtgärder vidtagits i de äldsta flerbostadshusen som därmed fått ett lägre k-värde än hus från perioden 1941–60.

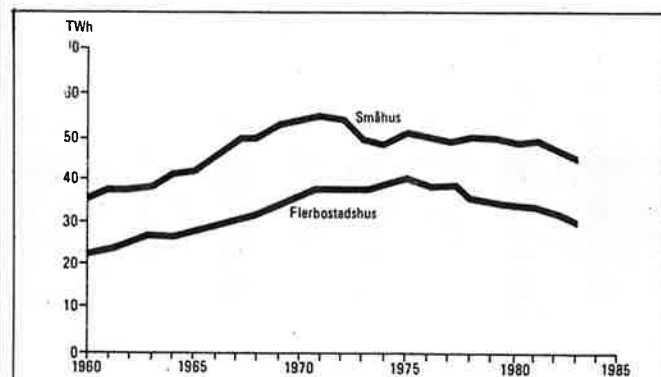
Den totala energiförbrukningen i småhus och flerbostadshus efter 1960 redovisas årsvis i figur 3. Småhusen som utgör en större del av den totala bostadsytan, förbrukar totalt sett mer energi än flerbostadshusen.

Eftersom både antalet lägenheter och den uppvärmda ytan ökat under perioden bör man, för att kunna dra riktiga slutsatser om energianvändningens utveckling, analysera specifika användningstal. Utvecklingen av den specifika användningen fördelad på uppvärmd yta redovisas i figur 4.

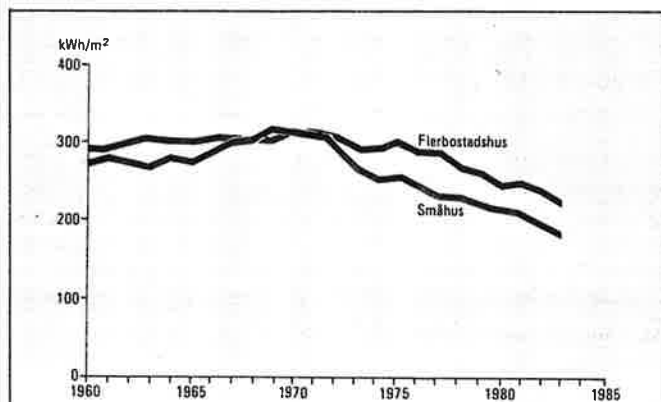
Den specifika bruttoenergianvändningen exkl hushållsel i flerbostadshus räknad på uppvärmd yta hade sitt maximum – ca 320 kWh/m² – omkring 1970. Därefter minskar



Figur 2. K-värden för vindskonstruktioner i småhus, flerbostadshus och lokaler 1983–84



Figur 3. Total energianvändning brutto (exkl hushållsel) i småhus och flerbostadshus efter 1960



Figur 4. Specifik bruttoenergianvändning för uppvärmning och varmvatten i småhus och flerbostadshus

användningen, men i långsammare takt än i småhusen. Minskningen 1978–83 har varit 5–6 procent per år och 1983 var den specifika energianvändningen ca 230 kWh per m² och uppvärmd yta. Parallellt med nedgången i energianvändning har effektbehoven minskat, i flerbostadshus ca 20 procent, och i småhus knappt 30 procent under perioden 1970–1983.

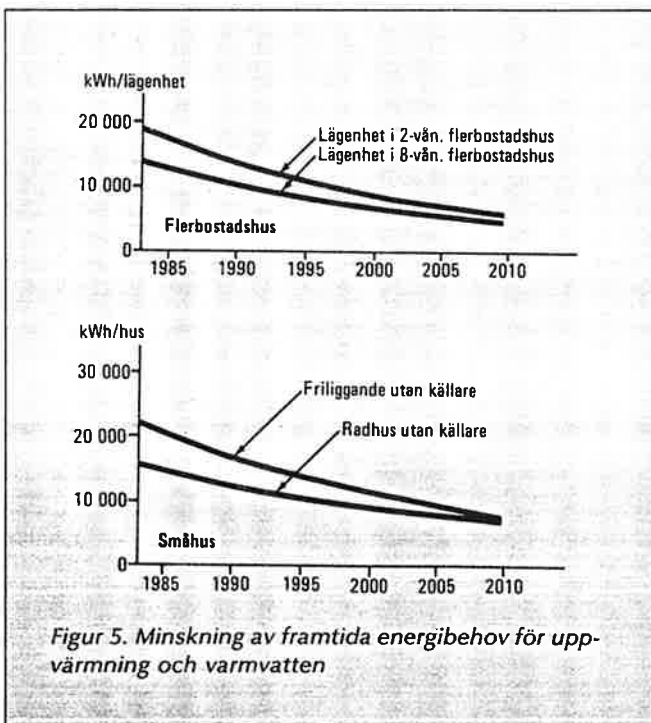
Lågt energibehov i nya flerbostadshus

Energianvändningen i en byggnad påverkas på i princip tre olika sätt nämligen:

- Ändring av inomhusklimat, varmvattenförbrukning etc.
- Effektivare uppvärmningssystem och distribution.
- Minskning av värmeförluster genom väggar, golv och tak samt ventilation.

Här spelar brukarinverkan, drift- och skötselåtgärder samt tekniska åtgärder stor roll för en god energihushållning. De senaste årens forsknings- och utvecklingsresultat har visat att det är tekniskt möjligt att väsentligt minska energibehovet i våra hus från dagens nybyggnadsstandard som ligger på ca 11 000 kWh/lgh för uppvärmning och varmvatten för en normal lägenhet under ett år. Därtill kommer hushållsel motsvarande ca 3 000 kWh.

Redan idag byggs flertalet hus från energisynpunkt bättre än minimikraven enligt SBN 80 och många har nått den s k ELAK-nivån, dvs den låga energianvändningsnivån som krävs i byggnader med direktverkande elvärme (ca 8 000 kWh per lägenhet och år för uppvärmning och tappvarmvatten). Genom en effektiv tillämpning av känd teknik och utveckling av ny teknik kan energibehovet för



Figur 5. Minskning av framtida energibehov för uppvärmning och varmvatten

uppvärmning och tappvarmvatten minska ytterligare till mycket låga nivåer. I figur 5 visas exempel på hur energibehovet för olika typer

av lägenheter (ca 75 m²) i flerbostadshus kan minska i framtiden.

I nedanstående tabell visas beräknade specifika förbrukningstal som bedöms vara möjliga att nå i olika typer av byggnader i framtiden.

Syftet med Stockholmsprojektet är att utvärdera och demonstrera energieffektiv ny och känd teknik och se vad som i praktiken är möjligt.

Tabell 1 Beräknat energibehov för uppvärmning och varmvatten för bostäder och lokaler i kWh/m² uppvärmd yta. Byggnader i mellersta Sverige med vattenburen värme. (Källa: Anderlind, G et.al; R140:1984).

Hustyp	Energibehov för uppvärmning och varmvatten, kWh/m ² uppvärmd yta			
	1983	1985-1995	1995-2000	2010
Friliggande småhus utan källare	135	94	66	33
Radhus utan källare	113	85	57	42
Flerbostadshus				
2 våningar	173	120	87	43
8 våningar	122	88	63	28

Systemtänkande

Vid planering och genomförande av stockholmsprojektet har frågan hur olika delsystem samverkar i syfte att erhålla en låg energiförbrukning och en god funktion varit central.

En effektiv användning av energi för uppvärmning av våra hus innebär att man på ett ekonomiskt sätt reducerar den energi man betalar för utan att minska komforten. Energisnåla lösningar i framtidens bostäder uppnås genom att optimera hela byggnaden och dess installationer i ett samverkande system.

Det innebär att sådana byggnader skall utformas täta och välisolerade med effektiva och lämpligt anpassade uppvärmnings- och ventilationssystem normalt med värmeåtervinning. Passivt solvärmeutnyttjande genom byggnadstekniska åtgärder har visat sig vara intressant och kan i framtiden få ökad användning. I flera av stockholmprojekten prö-

vas olika former för denna teknik.

Vid utformning av energisnåla byggnader är det viktigt att välja material och komponenter som, förutom att de bidrar med en god energiekonomi, också har god beständighet och låga drift- och underhållskostnader. På så sätt förbättras det totala ekonomiska utfallet. Kunskap om rätt utformning och samband mellan olika tekniska lösningar är också grunden för att undvika problem och olika typer av skador i husen.

Brukare och teknik

Beteendevetenskapliga aspekter vid energisparande har hittills inte fått särskilt stor uppmärksamhet. Människors beteende spelar emellertid en betydande roll i energisparandet. Människor kan påverkas att utnyttja energieffektiv teknik och att förändra sitt in-vanda beteende.

Det föreligger stora variationer i energikonsumtionsbeteendet. Hus och brukare samverkar, men varje brukare har ett eget energibeteende. Människor som bor i energieffektiva hus kan t ex ibland ha högre energianvändning än de som bor i sämre byggda hus.

Man har funnit att människor som bor i extremt energisnåla hus inte alltid anstränger sig att spara energi utan kan ha attityden att de inte behöver bekymra sig för energianvändningen eftersom huset är energisnålt. På samma sätt kan medvetenheten om att ett hus är energislukande leda till ett energisnålt beteende som till viss del kompenserar för husets egenskaper.

Med brukarkrav i energihushållningssammanhang menas de krav som brukaren ställer på de använda tekniska lösningarna. Brukar-kraven kan vara förståelse, möjligheter till påverkan samt möjlighet att avläsa resultat. För att tillfredsställa dessa krav måste tekniken utvecklas och anpassas till brukarna.

Denna aspekt måste beaktas vid utformningen av byggnader, tekniska system och enskilda komponenter för att avsedda resultat skall uppnås. Beaktas inte brukaranpassningen uppnås inte avsett resultat. Material, komponenter och system bör utvecklas för att bidra till låga årskostnader och en förenklad drift och skötsel. Inom projektets ram genomförs vissa studier om de boendes beteende och hur de upplever boendemiljö, funktion m m.

Ny teknik

I framtiden kommer ny teknik att utvecklas för såväl tillförsel som användning av energi för byggnadsuppvärmning. Värmepumpar och

utnyttjande av lokala energikällor (mark, vatten, luft, solvärme, spillvärme) leder till låga behov av högvärdig energi. Genom svenska erfarenheter och kunskap om värmepumpar som en del av byggnadens värmesystem kan effektiviteten höjas väsentligt jämfört med dagens nivå. I tre av de aktuella projekten ingår värmepumpen som en viktig del av energisystemet.

Solvärmetekniken håller på att få ett genombrott i flera länder vad gäller system för tappvattenvärmning. För Sverige kan vi vänta oss en långsamt växande marknad. När det gäller aktiva solvärmesystem för uppvärmning är marknaden mera osäker idag. Av avgörande betydelse är fortsatt utveckling mot lägre kostnader och effektivare system. I ett av stockholmsprojekten, kv Kejsaren, prövas luft-solfångare som en integrerad del av uppvärmningssystemet. I fyra av de övriga projekten prövas olika former av passiva (egentligen hybrid) solvärmesystem.

Ny teknik för energilagring har tagits fram under senare år och utvärderas nu i flera experimentbyggnadsprojekt. Markvärme med naturligt lagrad solenergi används kommersiellt redan idag. Värmepumpsystem med säsongslager som laddas med billig överskottsvärme från bl a industrier börjar redan nu att införas på marknaden. Denna nya teknik synes vara mest tillämpbar för större system. Möjligheten att lagra överskottsvärme i mark (borrhållager) studeras särskilt i kv Höstvetet där lagret tillsammans med den överglasade gården, värmepumpsystemet och byggnaden med dess installationer utgör ett energisystem.

Kvalitetssäkring

Utvecklingen visar således att energibehovet i framtidens bostäder kan komma att ligga på mycket låga nivåer. Den tekniska utvecklingen på detta område går snabbt. För den praktiska tillämpningen av olika tekniska lösningar är det viktigt att ha tillräckliga kunskaper om följdverkningar i olika avseenden t ex beständighet, tillförlitlighet, miljöeffekter och olika slag av flexibilitet. Kvalitetssäkra hus förutsätter kvalificerad projektering, professionellt arbetsutförande, väl utförd kontroll och besiktning.

Detta är även en förutsättning för att negativa följdverkningar, som problem med radon, fukt och mögel eller liknande inte uppstår. En investering med denna inriktning och hög kvalitet i framtidens bostäder kommer att ge

en god bostad till låga kostnader för energi, drift och underhåll. I kvarteret Sjuksköterskan har ett särskilt projekt genomförts med inriktning kvalitetssäkring.

Ett demonstrationsprojekt

Stockholmsprojektet är ett utvecklings- och demonstrationsprojekt i samarbete mellan i första hand Byggforskningsrådet, Stockholms stad, KTH och ett antal byggföretag. Men även konsulter och förvaltare är involverade i projektet.

KTH med professor Arne Elmroth som projektledare är ansvarig för mätning och utvärdering. I den totala utvärderingen ingår såväl komfort- som ekonomifrågor. Stockholms stad är ansvarig för ett särskilt teknikvärderingsprojekt, med Mats Thorén som projektledare, där bl a frågan hur resultat och erfarenheter från detta projekt skall kunna tillämpas i den kommunala planeringen.

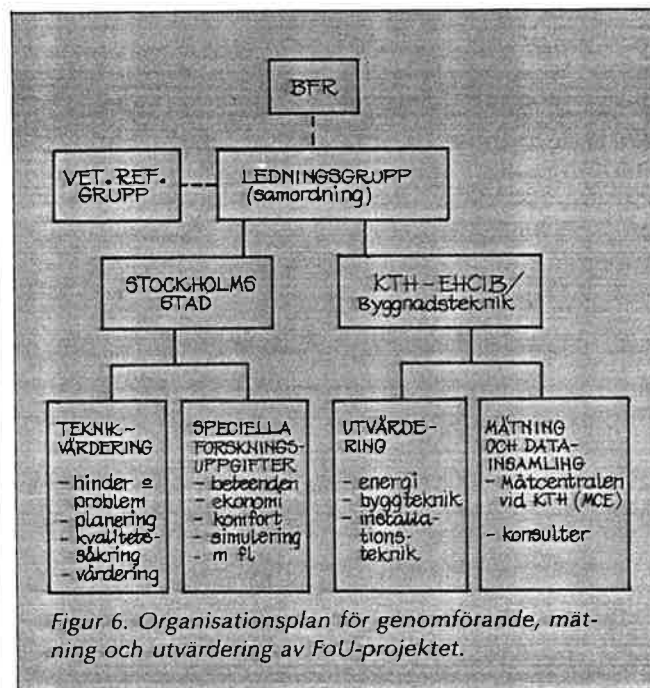
Detta projekt är det första större sammanhållna experimentbyggnadsprojekt för utvärdering av nya energisnåla flerbostadshus som BFR satsar på. Projektets syfte är att i sex nybyggda flerbostadshus prova nya byggmetoder och installationssystem som leder till lägre behov av köpt energi.

I första hand tillämpas beprövad teknik men i vart och ett av husen provas dessutom en eller flera nya metoder för energihushållning som inte tidigare prövats i full skala. Metoderna varierar från förbättring av väl beprövade system till relativt avancerade nya tekniker. Nya hus blir alltmer komplexa, varför ett av huvudsyftena också är att utvärdera hur olika tekniska system samverkar.

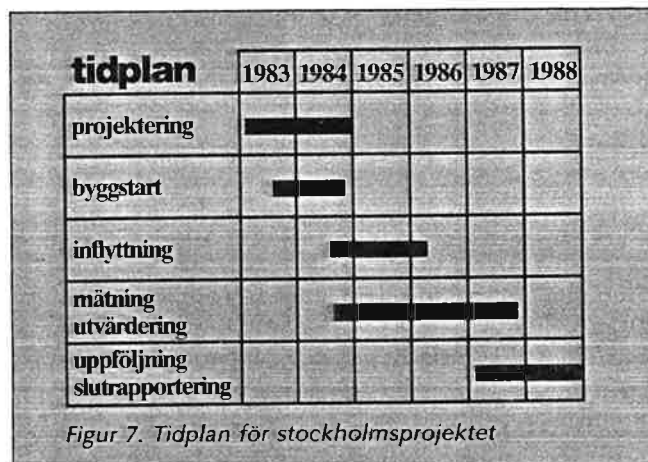
Bakgrunden till Stockholmsprojektet är Stockholms stads intresse av att på bästa sätt genomföra Riksdagens energipolitiska beslut från 1981. De mål som då ställdes upp var att energin för uppvärmning kraftigt skulle reduceras under den närmaste tioårsperioden och att kommunerna skulle ha en huvudroll i genomförandet av sparprogrammet.

Stockholms stad utlyste en idéävling om nya flerbostadshus med tonvikt på energifrågorna. Flera av de inlämnade förslagen innehöll komponenter och system som skulle vara intressanta att pröva i full skala i sk experimentbyggande.

BFR:s satsning på forskning, utveckling och demonstration när det gäller ny energieffektiv teknik och nya systemlösningar i byggnader har gjort det möjligt att pröva sex av de utvalda idéförslagen inom ett sammanhållet ram-



Figur 6. Organisationsplan för genomförande, mätning och utvärdering av FoU-projektet.



Figur 7. Tidplan för stockholmsprojektet

projekt, Stockholmsprojektet. Projektorganisationen och tidplan framgår av figur 6 och 7.

Experimentbyggande – en FoU-strategi

Experiment- och demonstrationsbyggande är ett viktigt led i BFRs forskningsstrategi. Insatser för forskning och utveckling har i kombination med experimentbyggande visat sig ge goda resultat. Utvecklingen från idé till praktisk tillämpning är en resurskrävande process såväl i tid som pengar. Det är därför viktigt att utvecklingskedjan görs så effektivt som möjligt.

Tiden för att en idé skall resultera i en produkt på marknaden brukar inom industrin an-

ges till 5–10 år. Ibland längre. Inom olika forsknings- och utvecklingsprojekt har rådet utvecklat ett stegvis tillvägagångssätt som gör det möjligt att utveckla idéer med metoder, där kostnaden i början är låg (se figur 8). Om man efter varje utvecklingssteg ser att idén fortfarande håller måttet kan nästa fas påbörjas.

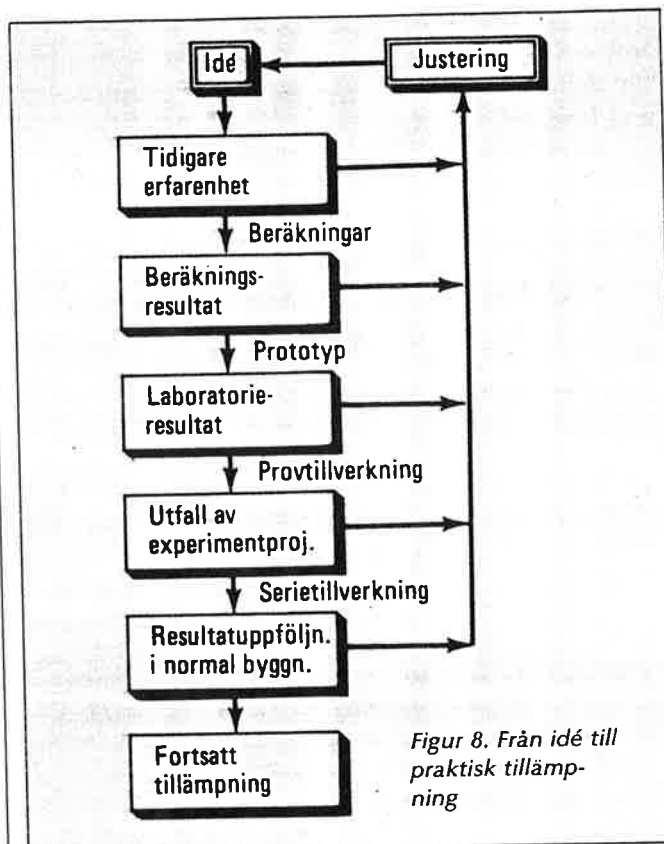
Denna strategi har varit framgångsrik och gett ökad effektivitet och säkerhet i utvecklingen. Det bidrar starkt till att resultaten blir säkrare och mer trovärdiga. Det bidrar därmed också till att ny kunskap snabbare når ut till praktisk tillämpning.

BFRs strategi i sådana projekt bygger på samarbete mellan tillverkande industri, entreprenörer, konsulter, förvaltare, kommuner, statliga organ, forskningsorganisationer och högskolor, universitet och forskningsinstitut. Enligt rådets erfarenheter är denna samverkan väsentliga förutsättningar för en framgångsrik forsknings- och utvecklingsverksamhet.

Internationellt samarbete ingår också som en viktig del i rådets forskningsstrategi. Värdefulla kunskaper har kunnat hämtas hem genom samarbetet inom olika internationella organisationer, främst IEA, men också inom bilaterala avtal mellan rådet och utländska forskningsinstitutioner.

Stockholmsprojektet och då främst projektet "Höstvetet" ingår som referensobjekt i det internationella IEA-samarbetet inom Annex VIII "Passiv and Hybrid Low Energy Buildings". Projektet har rönt stort intresse, vilket visat sig bl a i förfrågningar och besök.

Vår förhoppning är att detta projekt skall ge värdefulla kunskaper och visa möjligheterna att bygga bra bostäder med god kvalitet



Figur 8. Från idé till praktisk tillämpning

och låga kostnader för energi, drift och underhåll.

Litteratur:

- Energi 85. Energianvändning i bebyggelse. Byggnadsforskningsrådets skrift G26:1984.
- Lars-Göran Carlsson. Energianvändningen i bostäder och lokaler 1970–82. Byggnadsforskningsrådets rapport R132:1984.
- Gunnar Anderlind, Claes Bankvall, Karl Munter. Energinbehov i nya byggnader. Byggnadsforskningsrådets rapport R140:1984.



"Sveriges miljö och ekonomi kräver bränslen från åker och skog"

– Osby PB 1-pannan har jämnat vägen för driftsäker och ekonomisk eldning med alla slags briketter och pellets. Efter drygt 2 års drift, fri från oplanerade avbrott, vet vi att även halm är ett högvärdigt bränsle i rätt panna.

CTC Osby – svensk pannstillverkare med mer än 50 år i hetluften

Finn Ek, VD för CTC Osby AB

