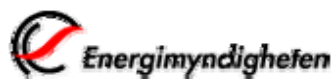




Energilotsen

- För utformning av energieffektiva byggnader

Slutrapport, Delsteg 2



Inledning

Följande rapport är en sammanfattning av resultaten som presenterats i projektet Energilotsen, delsteg 2. I stora drag sammanfattas här hjälptexterna till den webbaserade vägledning till energilotsen.

Rapporten är sammanställd av Stefan Allansson, Skanska Teknik, efter material av projektgruppen:

- Catarina Warfinge
- Carl Jonsson
- Mats-Ola Rasmusen
- Robert Larsson
- Lars Jensen

Innehållsförteckning

1	<i>Varför Energilotsen?</i>	5
1.1	Bakgrund	5
1.1.1	Internationella och nationella åtaganden	5
1.1.2	Existerande energiberäkningsprogram	6
1.2	Målsättning	6
1.3	Metod och genomförande	7
1.4	Förväntad nytta	8
1.5	Spridning av resultat	9
1.6	Organisation.....	9
1.6.1	Styr- och referensgrupp:	9
2	<i>Metodik</i>	10
2.1	Syftet med Energilotsen.....	12
2.1.1	Finns inte detta redan?.....	13
2.2	Översiktlig beskrivning av arbetssättet i Energilotsen.....	13
3	<i>Användbara begrepp för Energilotsen</i>	15
3.1	Energibalans	15
3.2	Energiposter.....	16
3.3	Nyckeltal för energianvändning.....	17
3.3.1	Areabegrepp	18
3.3.2	Köpt energi eller energibehov	18
3.3.3	Med eller utan hushållsel.....	19
3.3.4	Med eller utan verksamhetsel	19
3.3.5	Värmebehov, energi eller effekt	19
3.4	Kvantifierade nyckeltal för olika byggnadstyper.....	20
3.4.1	Flerbostadshus	20
3.4.2	Småhus	20
3.4.3	Lokaler.....	20
3.5	Aktuella begrepp för det termiska inneklimatet.....	21
4	<i>Introduktion - projektering av energieffektiva byggnader med hjälp av Energilotsen</i>	24
4.1	Sammanfattning av tanken bakom Energilotsen	24
3.2	Byggherrens roll för energieffektiv projektering	27
4.2	Arkitektens roll i en energiriktig projektering	29
4.3	Konstruktörens roll i en energiriktig projektering	30
3.5	Installationskonstruktörens roll i en energiriktig projektering.....	31
4.4	Entreprenörens roll i en energiriktig projektering	33
3.7	Förvaltarens roll i energiriktig projektering (ännu ej i Energilotsen)	33
5	<i>Sammanfattning av byggherrens handledning för att formulera krav på energi och inneklimat</i>	35
5.1	Kravspecifikationen är en hjälp för byggherren att	35
5.2	Upplägg på Kapitel 4 Byggherrens handledningen... ..	35
5.3	Sammanfattning av inmatningsformuläret upplägg.....	37
5.4	Generell klassning av system och komponenter	38
5.5	Ibland kan krav vara motstridiga och kräva prioritering!	38
5.6	Handledning för byggherren i Energilotsen.....	39

6	<i>Sammanfattad handledning för arkitektens energi- och inneklimatanalyser</i>	40
6.1	Läsanvisning	40
6.2	Arkitekten – energi och inneklimat.....	40
6.3	Arkitektens eventuella energi- och inneklimatuppdrag från byggherren.....	41
6.3.1	Arkitektens beräkningsresultat ska jämföras med	41
6.4	Arkitektens beräkningsverktyg för energi och inneklimat.....	42
6.4.1	Generell beskrivning av VIPWEB för beräkning av energianvändning	43
6.4.2	Inomhustemperatur beräknad med ProClim	44
6.4.3	Inomhustemperatur beräknad med TeknoSim.....	44
6.4.4	Inomhustemperatur beräknade med ParaSol	45
6.5	Handledning för arkitekter i Energilotsen.....	45
7	<i>Sammanfattad handledning för byggnadskonstruktörens energi- och inneklimatanalyser</i>	46
7.1	Läsanvisning	46
7.2	Byggnadskonstruktören - energi och inneklimat	46
7.3	Nödvändiga beräkningsverktyg för byggnadskonstruktörens undersökningar av energi och inneklimat.....	47
7.4	Generell metod för byggnadskonstruktörens energiberäkningar	48
7.5	Handledning för konstruktörer i Energilotsen	49
8	<i>Sammanfattad handledning för installationskonstruktörens energi- och inneklimatanalyser</i>	50
8.1	Läsanvisning	50
8.2	Installationskonstruktören - energi och inneklimat.....	50
8.3	Nödvändiga beräkningsverktyg för installationskonstruktörens undersökningar av energi och inneklimat.....	52
8.4	Metod för installationskonstruktörens energiberäkning	53
8.5	Handledning för installationskonstruktörer i Energilotsen	54
9	<i>Handledning för entreprenörens kontroller och provningar</i>	55
9.1	Läsanvisning	55
9.2	Undersökningar utförda under projekteringen.....	56
9.3	Entreprenörens uppdrag från byggherren	56
9.4	Lufttätheten och köldbryggor kan kontrolleras med.....	57
9.5	Resultatet	57
9.6	Fakta om och kontroll av lufttäthet.....	57
9.7	Kontroll av lufttäthet.....	58
9.8	Fakta om och kontroll av köldbryggor.....	59
9.9	Termografering	60
9.10	Handledning för entreprenören i Energilotsen.....	60
10	<i>Energilotsen.nu</i>	61
10.1	Inloggning och navigering	61
10.2	Kostnadsinformation.....	62
10.3	Validering	63
11	<i>Referenser</i>	65

1 Varför Energilotsen?

1.1 Bakgrund

1.1.1 Internationella och nationella åtaganden

Den 4 januari år 2003 trädde ett nytt EU-direktiv i kraft som berör byggnaders energiprestanda. Direktivet innehåller bland annat krav på metodik för beräkning av byggnaders energiprestanda, minimikrav på energiprestanda för såväl nya som befintliga byggnader, energicertifiering mm. Direktivet skall vara infört i svensk lag och träda i kraft senast den 4 januari år 2006. På nationell nivå pågår flera parallella arbeten med anledning av det nya EU-direktivet. En arbetsgrupp inom SIS arbetar med att konkretisera och klargöra förutsättningarna för en standardisering och implementering av direktivets riktlinjer. Förutom SIS arbete, ligger det på Boverkets ansvar att utveckla energihushållningskrav i nuvarande byggregler. Däremot ligger ansvaret för framtagande av erforderliga beräkningsverktyg, manualer etc hos industrin. Byggsektorn har via Byggsektorns Kretsloppsrad (BYKR) gjort ett frivilligt miljöåtagande och upprättat ett miljöprogram där målsättningar, åtgärder och uppföljningar tydligt redovisas. Ett högt prioriterat område berör energihushållning och ett av de övergripande målen är att minska användningen av köpt energi i bostäder och lokaler med 10 % år 2010 jämfört med år 2000. Åtagandet omfattar även att, i samverkan med berörd myndighet, ta fram en beräkningsmetod för energideklarationer som harmoniserar med EUs direktiv om byggnaders energiprestanda.

Riksdagen har lagt fast femton miljö kvalitetsmål, som skall vara utgångspunkt för mål- och resultatstyrning av samhällets miljöarbete. Bygg- och fastighetssektorn har en mycket tung roll i arbetet att implementera dessa mål vid exploatering och förvaltning, så att de rent praktiskt blir möjliga att tillgodose. Ett av de viktigaste målen som byggsektorn skall uppfylla är att halvera energianvändningen i byggbeståndet till år 2050. Med anledning av riksdagens miljömål har kommuner, företag och riksdag gemensamt enats om att tillsammans vidta konkreta åtgärder för en hållbar utveckling. Åtagandet omfattar bland annat helhetstänkande, effektiv och kvalitetsstyrd bygg- och förvaltningsprocess, förvalta byggnader med energi- och miljöhänsyn. I det nationella programmet för hållbart samhälle, HÅS, är det övergripande syftet att skapa en långsiktig samverkan mellan viktiga aktörer i samhället för att säkerställa utvecklingen av innovativa lösningar med utgångspunkt från ett helhetsperspektiv på den bebyggda miljön. I programmet redovisas ett antal delmål som knyter an till det övergripande syftet. Bland annat nämns sammanställning och spridning av befintlig kunskap som ett viktigt delmål mot ett hållbart samhällsbyggande. Ökat helhetstänkande inom bl.a. energi, material och innemiljö nämns också som viktigt delmål.

Skälen till att tillämpa ett energieffektivt synsätt vid såväl ny- som ombyggnad är uppenbara, inte bara för att det bidrar till att skapa ett hållbart samhälle, utan också för att det medför företagsekonomiska fördelar som minskade driftskostnader. Kunskap, erfarenhet och teknik finns för att skapa energieffektiva byggnader. Tyvärr används den endast undantagsvis vid ny- som ombyggnad. Anledning till detta är dels att det är svårt och tidsödande för aktörer i byggprojekt att hitta den fragmenterade kunskapen dels för att det saknas ett för olika byggaktörer gemensamt förhållningssätt till energifrågor. För att byggbranschen ska utvecklas mot en ökad energimedvetenhet krävs därför utveckling av ett branschgemensamt beräkningshjälpmedel bestående av energiberäkningsprogram med handledning kompletterat med utveckling av metoder för hantering av energifrågor i byggprocessen. Det senare utreds just nu i ett projekt finansierat av Statens Energimyndighet.

Behovet av ett tillförlitligt beräkningsverktyg understryks av den tekniktävling som utlystes 2002 och vars programkrav finns sammanfattade i Mebyprojektet. Inom IT-sektorn börjar ett nytt nationellt program, ICT2008, att ta form och har sin utgångspunkt i sin föregångare IT Bygg och Fastighet 2002. Det nya programmet är innovationsorienterat med implementering av ICT i affärsverksamheten för ökad kundnytta som en central del. Programmet betonar IT-baserade innovationer som medverkar till utveckling av byggandets och förvaltningens kärnprocesser.

1.1.2 Existerande energiberäkningsprogram

En nyligen avslutad studie som kartlade och undersökte beräkningsprogram för byggnader visar att det finns bra energiberäkningsprogram tillgängliga på den svenska marknaden. Energiberäkningsprogrammet Enorm har störst spridning och flest användare trots att det inte uppdateras. Programmet har flera brister t ex hanteras inte värmelagring. Luftläckage, köldbryggor och tekniska installationer behandlas lättvindigt vilket bidrar till att byggnadens behov av energi för uppvärmning underskattas. I byggnader med modern arkitektur har uppmätt energianvändning i färdiga bostadshus vida överstigit de med Enorm prognostiserade. Programmet har trots detta hittills accepterats av projektörer till stor del beroende på avsaknaden av andra lika användarvänliga energiberäkningsprogram.

En annan typ av befintliga program beräknar förutom energianvändning också inneklimat. Programmen kräver detaljerade indata och är främst avpassade för analyser i detaljprojekteringsskeden med tillämpning på komplicerade byggnader. I princip krävs expertkompetens för korrekt handhavande. Exempel på sådana program är IDA, Bsim, Derob-LTH och VIP+ som därför endast har begränsad spridning.

I ett internationellt arbete med 21 länder redovisas en jämförelse mellan olika beräkningsrutiner för energiberäkningsprogram. Spridningen på redovisnings sätt av energianvändning inom EU är fortfarande stor. Förmodligen kommer det inte, inom en rimlig framtid, att finnas något energiberäkningsprogram som är lämpat för svenska byggprocessen.

Sammanfattningsvis konstateras att det saknas ett användarvänligt, beräkningsmässigt validerat energiberäkningsprogram anpassat för svenska förhållanden. Bristen är påtaglig inte bara för experter utan framförallt för "icke experter" som utgör en allt större del i projekteringsskedet. Det finns således behov av ett nytt beräkningsprogram som är tillgängligt och anpassat för olika aktörer i byggprocessen och som ger en noggrannhet anpassad efter skede i byggprocessen.

1.2 Målsättning

Den övergripande målsättningen med projektet är att utveckla och implementera ett beräkningshjälpmedel som kan användas av aktörer i alla byggskeden och i förvaltningskedet för att gynna strävan mot att skapa energieffektiva byggnader för ett långsiktigt och hållbart samhällsbyggande.

Det övergripande syftet med projektet förtydligas med följande delmål:

- Ett nytt beräkningshjälpmedel skall bestå av ett neutralt, beräkningsverifierat, tillgängligt och användarvänligt energiberäkningsprogram.
- Ett nytt beräkningshjälpmedel skall också omfatta en beskrivning av dels olika byggnaders normalanvändning av energi dels rimliga kravnivåer med tillämpning på bostäder och lokaler. Beskrivningen skall också fungera som stöd för hur energifrågorna skall hanteras i bygg- och förvaltningsprocessen för att kraven ska uppfyllas.
- Ett nytt beräkningshjälpmedel skall utformas till ett så flexibelt verktyg att det kan användas av alla aktörer i byggprocessen: beställare/projektledare, arkitekt, konstruktör, entreprenör, förvaltare, materialleverantör, och skall enkelt kunna anpassas efter deras respektive behov.
- Ett nytt beräkningshjälpmedel skall t ex kunna användas för att i ett tidigt skede ange krav på maximalt energibehov i den färdiga byggnadens, göra överslagsberäkningar i programskedet, pålitliga detaljberäkningar i projekteringsskedet, analys av ändringar i material- eller konstruktionsval under produktionsskedet, uppföljning i förvaltningskedet, jämförelser av energibesparande åtgärder under förvaltningskedet.
- Ett nytt beräkningshjälpmedel som är gemensamt kommer att underlätta kommunikationen mellan aktörerna och hjälper inte minst beställaren att ställa krav på energimedvetenhet hos alla involverade i en ny- eller ombyggnadsprocess och underlätta kontrollen av ställda krav på energianvändning. Idealet är att

energihandlingar ska utgöra en del av dokumentationen i ett byggprojekt och hanteras tillsammans med ritningar och beskrivningar. Då skapas dessutom en samsyn i hur man skall kommunicera energianvändning så att praktiskt användbara krav-, uppföljnings- och utvärderingsmetoder kan utvecklas.

- Ett nytt beräkningshjälpmedel skall vara tillämpligt på den stora majoriteten av byggnader för bostäder och lokaler. Med tanke på att 90 % av de hus som kommer att finnas år 2020 redan är byggda och att 75 % av dagens hus troligen finns kvar år 2050, skall programmet kunna användas för energianalyser av befintliga byggnader. Detta är av stor vikt vid prioritering mellan alternativa ROT-åtgärder. Mycket komplexa byggnader kommer fortfarande att kräva tillämpning av existerande detaljerade beräkningsprogram – såväl vid ny- som ombyggnad.
- Ett nytt beräkningshjälpmedel skall vara webbaserat för få stor tillgänglighet, bred användning och enkelt kunna uppdateras. Initialt i ett bygg- eller ombyggnadsprojekt skall det kunna användas kostnadsfritt för att t ex bestämma kravnivå på byggnadens energianvändning.
- Ett nytt beräkningsprogram skall vara accepterat och harmoniseras med riktlinjer från EU, BYKR, SIS, Boverket, Energimyndigheten samt tidigare programkravsutredningar t ex MEBY-projektet.
- Ett nytt beräkningsprogram skall ha en primär funktion i att beräkna byggnaders energibehov. Byggnadens inomhusmiljö beaktas med krav på t ex luftkvalitet och termisk komfort. Termiska parametrar kommer att kunna beräknas. För att öka branschens medvetenhet om kopplingen mellan byggnaders energianvändning och dess påverkan på yttre miljön kan miljöpåverkansfaktorer utnyttjas.
- Beräkningsprogrammet skall hantera brukarbeteende, utnyttjande av gratisenergi, klimatskal och installationssystem med samma omsorg på noggrannhet och relevans.

Projektet bör betraktas som en innovation med forskningsinslag där det krävs vetenskaplig metodik för att lösa, alternativt belysa, frågor som arbetet aktualiserar.

1.3 Metod och genomförande

Projektet genomförs i tre steg, med en avstämning i styrgruppen och efter varje steg. Denna rapport avser steg 1 – 2. Under steg 1 har kunskap och erfarenheter om energieffektivt byggande systematiskt samlats in och bearbetas dels för att ge underlag till energiberäkningsprogrammet dels till den kompletterande handledningen. Steg 2 har omfattat det arbete som krävs för att göra beräkningshjälpmedlet tillgängligt och användbart för bygg- och fastighetsbranschen.

StruSoft's befintliga energiberäkningsprogram VIP+ har använts som bas. Efter 20 års utveckling och användning av VIP+ kan man konstatera att det, med relativt få indata, ger en detaljerad bild av en byggnads energibehov. Det har redan idag en sådan funktionalitet att det kan ligga till grund för komplettering och utveckling. Ansatsen till det nya energiberäkningsprogrammet är att komplettera befintliga beräkningsrutiner i VIP+ för att uppfylla ställda mål. Avstämning gentemot internationella arbeten görs genom olika ingångar som projektorganisationen har tillgång till.

Arbetet kommer att bedrivas i samarbete mellan avdelningarna för installationsteknik och för byggnadsfysik vid Lunds Tekniska Högskola (LTH), Skanska Teknik AB, Structural Design Software in Europe (StruSoft), Sunda Hus Rådgivning, Skanska Installation AB och Cementa AB.

- Steg 1 I steg 1 har följande aktiviteter ingått:
- Upprätta detaljerad kravspecifikation med relevanta underlag, t ex MEBY-projektet.
 - Gå igenom befintliga beräkningsrutiner för energisimulering med utgångspunkt från kravspecifikationen och klargöra vilka rutiner som skall ingå och hur dessa skall utformas för att på ett korrekt sätt hantera de egenskaper som påverkar en byggnads energibehov.
 - Upprätta beräkningsrutiner för energi- och effektbehov i tekniska system. Både i sig och i samverkan med byggnaden.
 - Ta fram underlag för att kunna verifiera programmets beräkningsrutiner mot befintliga byggnaders driftsdata. Kriterier för urvalet skall vara att få god representation av det svenska fastighetsbeståndet: bostäder/lokaler, tung/lätt stomme, installationstäta/enkla hus etc
 - Ta fram underlag till beräkningsmodellen för anpassning till olika aktörer eller till olika skeden: program, projektering och produktion.
 - Ta fram underlag för bestämning av normal energianvändning samt kravnivåer som är önskvärda att sträva mot för olika typer av byggnader och verksamheter. Detta ska också innefatta definition av standardbrukare och kvantifiering av avvikelser i drift och i beteende.
 - Implementering i form av informationsspridning av resultat och framtida planer.
- Steg 2 Steg 2 har omfattat utveckling av det webbaserat hjälpmedlet. Följande aktiviteter har ingått:
- Verifiera energiberäkningsprogrammet mot befintliga byggnaders driftdata.
 - Utveckla den webbaserad tjänsten som omfattar nya och befintliga byggnader och som vänder sig till arkitekter, konstruktörer, byggare och förvaltare.
 - Handledning för hantering av programmet utformas och görs tillgänglig.
 - Beräkningsprogrammet kompletteras med handledning för hantering av energifrågor som också görs tillgänglig på webben.
 - Komplettering av beräkningsrutiner för beräkning av inneklimat.
 - Implementering i form av att kostnadsfritt tillhandahålla projektresultat i rapportform samt genom att hela hjälpmedlet görs tillgängligt för alla.
 - Spridning enligt rubrik ”Spridning av resultat”.
- Steg 3 I Steg 3 finns möjlighet att utarbeta och implementera vidare metodiker och prototyper till användbara lösningar i faktisk verksamhet. T ex kan en metodik utarbetas för kalibrering av brukarpåverkan för att erhålla bra underlag för funktionsupphandling, beräkning av kostnadseffektivitet med LCC-analys, för koppling till energileverantörers uppgifter om emissioner av växthusgaser fördelad per energislag. I detta steg kan också ytterligare forsknings- och utvecklingsfrågor som projektet har aktualiserat identifieras.

1.4 Förväntad nytta

- Den övergripande nyttan med projektresultatet är att det ska bidra till ett hållbart samhälle genom att det kommer att fungera som ett effektivt hjälpmedel för att skapa energieffektiva byggnader. Befintlig, men nu fragmenterad kunskap och erfarenhet, ska systematiskt hämtas in, bearbetas och struktureras till ett användarvänligt hjälpmedel eller metod för hantering av energifrågor i byggprojekt.
- Hjälpmedlet förväntas förbättra möjligheterna eller möjliggöra för beställaren att ställa krav på energianvändning hos den färdiga byggnaden/ombyggnaden och att ställa krav på respektive deltagare i byggprocessen på att utforma byggnaden så att energikraven uppfylls.
- Det kommer också att underlätta för arkitekter, konstruktörer och entreprenörer att analysera hur de i respektive skede kan påverka husets utformning i sin del av projektet för att uppnå beställarens krav på byggnadens framtida energianvändning.
- I och med att ett och samma energiberäkningsprogram kan användas i ett helt byggprojekt, och som dessutom är tillgängligt via webben, förenklas kommunikationen om energifrågor. Förutsättningar för att energihandlingar kan bli ett naturligt komplement till övrig dokumentation i ett byggprojekt är på detta sätt stora. En samsyn skapas så att praktiskt användbara krav-, uppföljnings- och utvärderingsmetoder kan utvecklas.

- Det kan användas vid processen vid energicertifiering av byggnader enligt EU-direktiv.
- Det ger ett bättre underlag för funktionsupphandling eftersom det kan användas för att analysera t ex miljöpåverkan och livstidskostnader för olika alternativ.
- Det får även en kommersiell nytta i och med den öppna lösningen för som andra programutvecklare kan utveckla. Det kan också utnyttjas för att identifiera vidare forskningsområden

1.5 Spridning av resultat

Spridning av resultat genomförs på tre nivåer.

1. Resultat sprids till berörda experter på sedvanligt vis, t ex genom vetenskapliga rapporter, seminarier, vetenskapliga artiklar och populärvetenskapliga artiklar.
2. Få acceptans hos nätverk och organisationer genom att anordna och delta i workshops, seminarier samt genom kontinuerliga kontakter med organisationernas experter.
3. Säkerställa energiberäkningsprogrammets användning genom att i samverkan med olika organisationer (BYKR, Boverket) arbeta för programmets spridning och implementering. Vidare säkerställs användning genom att:
 - StruSoft marknadsför och underhåller det webbaserade beräkningshjälpmedlet.
 - Skanska åtar sig att tillämpa och redovisa erfarenheter från genomförda projekt.

Målgrupper för spridning av resultaten är fastighetsägare, beställare, projektledare, projektörer: arkitekter och konstruktörer, byggnadsentreprenörer, fastighetsförvaltare och – utvecklare, driftspersonal, byggvaruindustri, systemtillverkare, och brukare.

1.6 Organisation

Deltagande parter i projektet bidrar till att kompetens, erfarenhet tillförs arbetet och de verkar för att projektets resultat blir relevant för bygg- och fastighetsförvaltningsbranschen. Lunds Tekniska Högskola bidrar med dels kompetens och erfarenhet inom byggnadsfysik och installationsteknik dels erfarenhet av pedagogisk utveckling av undervisningsmaterial. Skanska Teknik AB, Skanska Installation AB, Sunda Hus Rådgivning representerar den dagliga verksamheten i frågor rörande projektering och byggande av bostäder, lokaler etc. Skanskas deltagande innebär även goda möjligheter att implementera projektets resultat i faktisk verksamhet. Kontakter kommer även tas med Skanska's förvaltningsenhet. StruSoft, med kompetens inom programutveckling av byggrelaterade beräkningsprogram, säkerställer att framtaget beräkningshjälpmedlet sprids och att programmet underhålls. Cementa AB bidrar med kompetens inom områdena miljö och energi men har i detta projekt fokus på implementering. I arbetet kommer även fastighetsförvaltare att involveras.

1.6.1 Styr- och referensgrupp:

Lars Jensen, LTH
 Ronny Andersson, Cementa AB/LTH
 Paul Rehn, Strusoft

Projektgrupp:

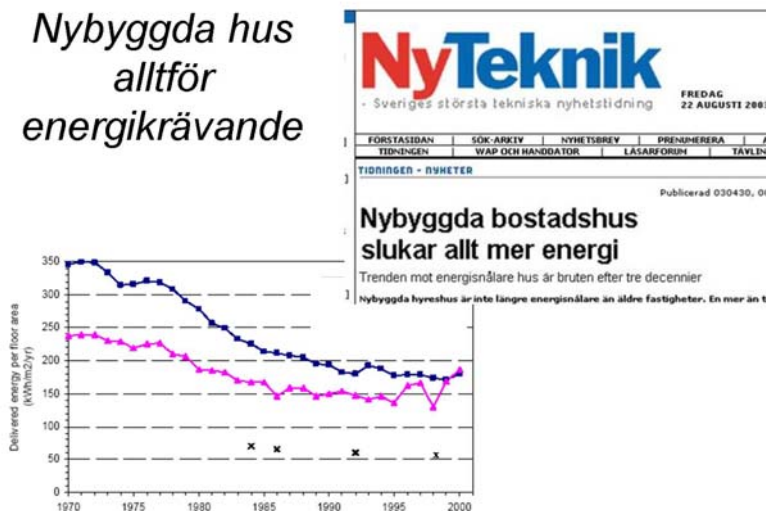
Lars Jensen, Installationsteknik LTH (vetenskaplighet)
 Catarina Warfvinge, Installationsteknik LTH, WSP Byggnadsfysik (vetenskaplighet och pedagogisk implementering)
 Carl Jonsson, Skanska Teknik (ansvar för teknik + implementering)
 Mats Ola Rasmusson, Strusoft (ansvar för programutveckling)

Robert Larsson, Cementa AB (ansvar för implementering)

Resurspersoner:

Mats Dahlblom, Installationsteknik LTH
 Jonas Gräslund, Skanska Projektutveckling Sverige
 Mats Öberg, Cementa AB/LTH
 Sune Häggbom, Sunda Hus Rådgivning
 Leif Johansson, Skanska Teknik (i huvudsak steg 1 och 3)
 Sofia Nelander, Skanska Teknik
 Paul Rehn, Strusoft
 Pehr Selander, Skanska Teknik
 Håkan Hansson Strusoft (i huvudsak steg 2 – 3)
 Anders Almgren, Skanska Teknik
 Johanna Nordström, Skanska Teknik

2 Metodik



Figur 2.1 Nybyggda hus alltför energikrävande

Diagrammet i figuren ovan kommer från en undersökning gjord på Chalmers, ref. där statistik från SCB sammanställts. Den översta kurvan visar energianvändningen i alla flerfamiljshus från år 1970 till år 2000 och den undre motsvarande för nybyggda hus vid respektive år. Tidningsrubriken föranleddes av att energianvändningen i flerfamiljshus inte verkade ha minskat under de senaste 15 åren trots en kontinuerlig utveckling av ny energieffektiv byggnads- och installationsteknik. Tänk bara på hur fönsters isoleringsförmåga förbättrats och hur effektiva värmepumparna har blivit.

Efter olje/energikrisen på 1970-talet satsades mycket medel på forskning och utvecklingsprojekt, det togs fram informationsmaterial och demonstrationshus byggdes som visade att det gick att bygga energieffektivt. I diagrammet finns fyra kryss som visar behovet av energi i några demonstrationshus byggda 1984, -87, -93 och 00. Siffrorna är inte så viktiga, titta istället på skillnaden till andra nybyggda hus under samma år.

Hinder för energieffektivt byggande

- Fokus på låg byggkostnad
- För låga energipriser
- Glasarkitektur som trend
- Boverkets regler för energihushållning
- Föreställning om att det är komplicerat att projektera och bygga energieffektivt
- Fragmenterad och delvis bortglömd kunskap

Trots att det finns massor med kunskap, erfarenheter, utvärderingsresultat och beräkningsmetoder om hur man kan bygga energieffektivt (och kostnadseffektivt) så har den tillämpats ytterst begränsat! En orsak är att energipriserna varit relativt låga och att fokus har legat på att husen ska vara så billiga som möjligt att bygga och alla energibesparande åtgärder kostar! De senaste årens glasarkitekturtrend arbetar också emot en minskning av energianvändning i bebyggelsen. Glasade ytor släpper ut mycket energi under vintern och släpper in mycket under sommarn. I båda fallen måste de installationstekniska systemen arbeta hårdare för att upprätthålla ett godtagbart termiska klimat, värmesystemet på vintern och komfortkylsystemet under sommaren i lokaler. I bostäder leder glasytorna istället till kraftiga övertemperaturer.

Energihushållningsreglerna i BBR har inte heller fungerat som pådrivande att minska energianvändningen i nybyggda hus. De har inte varit tvingande i att inbegripa köldbryggor vid energiberäkningar trots att storleken är cirka 20 % av övriga förluster genom klimatskalet. Även den lönsamma åtgärden att återvinna värmen i frånluften har gått att komma runt och – det kanske viktigaste – verifieringskrav saknas. Energihushållningskravet är formulerat så att man med i ett tidigt skede visar att tre delkrav ska vara uppfyllda, om inte ska byggnadens energibehov beräknas och jämföras med ett motsvarande hus där alla delkraven samtidigt är uppfyllda. MEN energiberäkningarna har aldrig behövt verifieras eller jämföras med uppmätt energianvändning i det färdiga huset.

Viljan finns att bygga energieffektivt - men hur går det till?

- Bättre fönster?
- Tryckprova?
- Tjockare isolering på tak eller på golv eller ...?
- Mätning av varmvatten?
- Reducera köldbryggor?
- Höga hus eller radhus?
- Flödesbegränsare?
- Återvinning av värme?
- Tung stomme?

Om man nu trots allt velat bygga hus som ska vara energieffektivt så har varit svårt att ta reda vilka åtgärder som finns att satsa på och hur man gör för att prioritera och vilka utredningar man kan begära av projektörerna. Till viss del beror det på att kunskapen är fragmenterad och därmed tidskrävande för aktörer i byggbranschen att leta upp för att omsätta i praktiken.

Det är lätt att skälla på inblandade i byggprocessen för att de inte använder den kunskap som finns om hur man kan planera, projektera och bygga energieffektiva hus. Men frågan är om inte vi forskare/lärare måste ta på oss en del av skulden för att vi varit för dåliga på att tillsammans med byggbranschens aktörer samla ihop och strukturera den fragmenterade kunskapen så att den blir användbar.

Det är dessa omständigheter som ligger bakom initiativet och genomförandet med att sammanställa och tillhandahålla informationen i form av en Energilots. Vi som arbetat med Energilotsen är Carl Jonsson Skanska Teknik i Malmö, Robert Larsson Cementa i Malmö och Mats-Ola Rasmusson på StruSoft i Malmö. Catarina Warfvinge från Installationsteknik på Tekniska Högskolan i Lund har utarbetat Energihjälpen. Mycket arbete har lagts på att hitta en lämplig struktur på alla de faktorer i ett hus som påverkar energianvändningen. Projektet har finansierats av SBUF, Formas, Energimyndigheten, Skanska Teknik, Cementa, StruSoft och Sunda hus rådgivning.



Figur 2.2 Energilotsen

2.1 Syftet med Energilotsen

Energilotsen är tänkt att fungera som handledning för hantering av energifrågor vid projektering av bostäder eller lokaler. Den beskriver hur byggherren ställer relevanta krav på energianvändning och inneklimate, styr i processen för att till sist få verifierat att kraven på energianvändning och inneklimate uppfyllts. De handlingar som gäller energifrågor, dvs byggherrens kravspecifikation, beskrivningar och energiberäkningar ska utgöra en del av dokumentationen i byggnadsprojektet och behandlas som ritningar och beskrivningar.

Energilotsen ska kunna användas av envar engagerad i nybyggnadsprojektering utan att man är energispecialist. I handledningen får byggherren hjälp med vilka krav på utredningar som är rimliga och respektive aktör får hjälp hur undersökningarna går till, vilka metoder som kan användas, vilka indata som krävs, hur resultaten ska analyseras och hur energirelaterad information hanteras i och mellan olika skeden.

I Energilotsen finns också beskrivningar för byggherren så att han kan värdera beräkningsresultaten från projektörerna, dvs av undersöka energieffektiviserande åtgärders lönsamhet.

I spåren av utvecklingen av datorkapaciteten har många beräkningsprogram gjorts tillgängliga och öppnar möjligheter för var och en i byggbranschen att göra energi- och inneklimatberäkningar. Men de måste hanteras med försiktighet och det gäller både val av indata och analys av resultaten. Med Energilotsen vill vi visa när och hur man använder kunskapen. För att åstadkomma en energieffektiv byggnad krävs att den kunskap och de erfarenheter som finns tillämpas, att alla i ett byggprojekt drar åt samma håll och är villiga att kompromissa. Det är då en fördel om ett och samma beräkningsprogram kan användas av alla och som blir naturligt diskussionsunderlag.

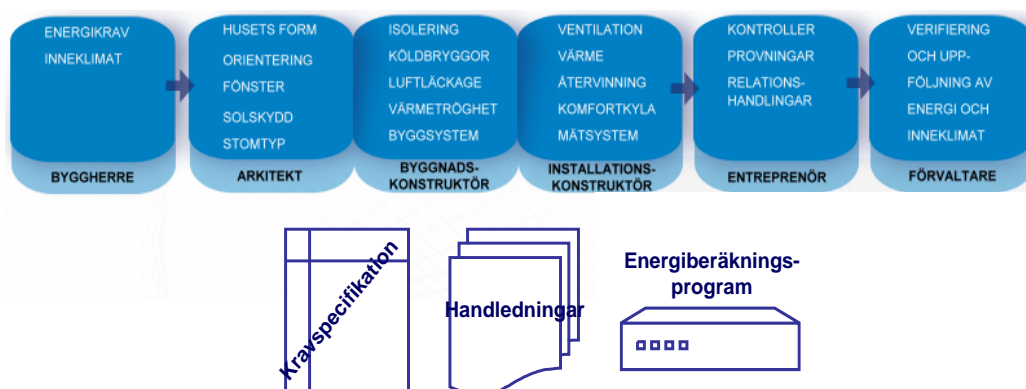
I Energilotsen tas enbart de frågor upp som är energirelaterade och de faktorer i inneklimatet som direkt påverkar energianvändningen. Under utvecklingsarbetet har vi haft som mål att det som behandlas i Energilotsen ska vara möjligt att räkna på och mäta på något sätt. Av denna anledning undviks värderingar av estetisk karaktär, generella formuleringar och pekpinnar.

2.1.1 Finns inte detta redan?

Nej, det finns resultat publicerade från olika experimenthus både nybyggnad och ombyggnad men inte en bra beskrivning för hur en ”vanlig” beställare ska hantera energifrågor. Det finns en del beskrivet i t ex ”Energieffektiva sunda hus” som används i Stockolms stad men den var mer en beskrivning av **att** energifrågor ska belysas. Arkitekt- och ingenjörföretagen tillsammans med Byggsektorns Kretsloppsråd har publicerat ”Miljöanpassad projektering” som innehåller miljöchecklistor som tar upp energi som en underrubrik. Denna kan fungera som en kom-ihåg-lista för den som kan hantera de punkter som tas upp men den saknar värdering och rimliga krav som en beställare kan ställa.

2.2 Översiktlig beskrivning av arbetssättet i Energilotsen

Energilotsen beskriver hur de energitekniska frågorna hanteras i olika skeden och av olika aktörer. I varje byggskede åskådliggörs de möjligheter som varje aktör har att minska behovet av köpt energi i den färdiga byggnaden. För var och en av projektdeltagarna finns beskrivningar och checklistor som lyfter fram just deras möjligheter att. Genom att följa det metodiska tillvägagångssättet som beskrivs i handledningen kan suboptimering av enskilda system undvikas. Huvuddragen i metoden är följande



Figur 2.3 Energilotsen

1. **Byggherren** sammanställer med hjälp av en handledning och ett indataformulär en kravspecifikation där önskad energianvändning och termiskt inneklimat summeras och

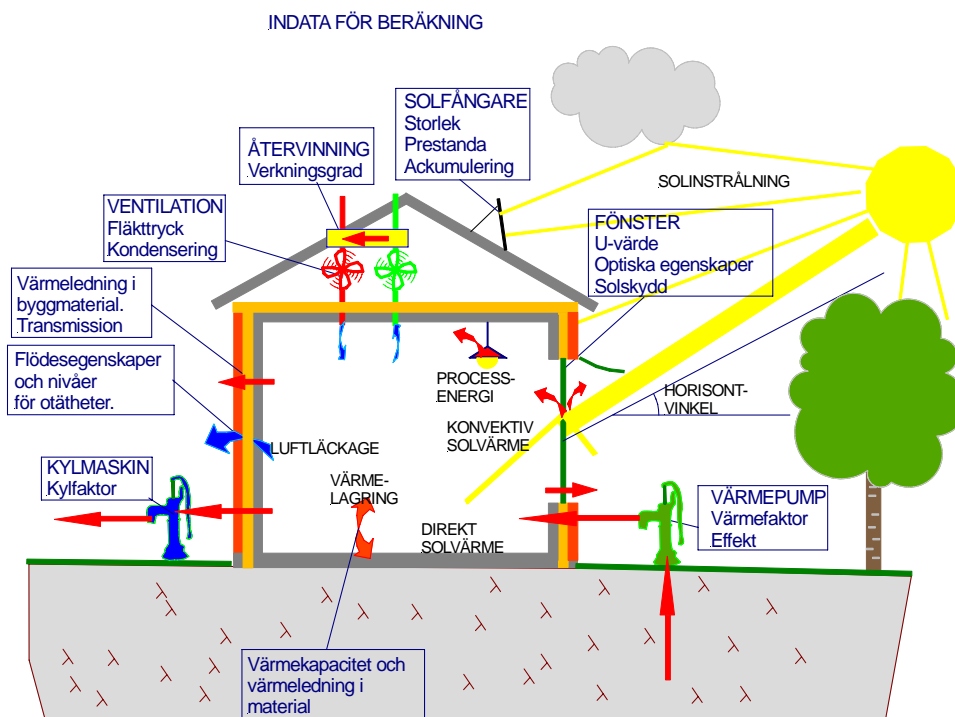
vinter anges genom att välja bland olika klasser. Här finns möjlighet att välja energitekniska egenskaper på både komponentnivå och systemnivå. Kravspecifikationen blir en del av projekteringshandlingarna kommer att fungera som underlag för projektörernas energiberäkningar. I kravspecifikationen anges vilka undersökningar som respektive projektör ska företa.

2. Först ut att använda kravspecifikationen är **arkitekten** som med skisser som underlag kan göra undersökningar av hur energibehovet påverkas av olika byggnadsform, fönsterstorlek, fönsterorientering, solavskärmning, stomtyp etc. För arkitektens del handlar det om att minimera energiförlusterna och optimera det termiska inneklimatet och då är det inte nödvändigt att exakt veta installationssystemens egenskaper i detalj. Beräkningarna kan göras kostnadsfritt direkt från Energilotsens websida mot att användaren registrerar sig. Samtidigt som energianvändningen studeras för olika alternativ ska också konsekvenserna på inneklimatet undersökas. Den beräknade energianvändningen kommer i detta tidiga skede att kunna skilja sig mycket från den färdiga byggnaden.
3. **Byggnadskonstruktören** tar över byggherrens kravspecifikation som kanske har korrigerats av arkitekten och byggherren tillsammans. Han får också del av storleken på ytor på de olika delarna av klimatskalet som arkitekten bestämde sig för. Konstruktören ska ytterligare minimera energiförlusterna genom att optimera isoleringen på väggar, tak, fönster och grund, detaljutforma köldbryggor och minimera luftläckage samt studera stomsystemets inverkan. Samtidigt som energianvändningen studeras för olika alternativ ska också konsekvenserna på inneklimatet undersökas. Nu räcker det inte längre med det förenklade energiberäkningsprogrammet som arkitekten använde. Det krävs ett program som kan användas för att analysera konstruktionsdelar med högre noggrannhet. Fortfarande är det så att det energibehov som byggkonstruktören räknar fram inte kommer att stämma med den färdiga byggnadens – men man har kommit ett steg närmare sanningen.
4. All den köpta energin kommer genom installationssystemen och det är först när dessa är valda och utformade som det beräknade behovet av energi kommer att stämma med det verkliga. **Installationskonstruktörerna** tar över beräkningsfilerna från byggnadskonstruktören, dokument som nu innefattar en komplett beskrivning av ytor, stomme och stomkomplettering och deras energitekniska egenskaper. Även byggherrens kravspecifikation lämnas över som nu eventuellt har korrigerats ytterligare. Med dessa handlingar som underlag är förutsättningarna goda att välja och utforma energieffektiva installationer genom att analysera effekter på energianvändning och inneklimat av olika ventilationssystem, värmesystem, komfortkylsystem, värmeåtervinningssystem, apparater, driftschema osv.
5. Till bygghandlingarna kan nu fogas en beskrivning av husets energitekniska egenskaper och en beräkningsfil. Under produktionstiden kan den vara användbar om **entreprenörerna** vill kontrollera energimässiga effekter av byte av material, konstruktionstyp, apparater. Dessutom kan entreprenören göras medveten om konsekvenser på energianvändning vid bra eller mindre bra utföranden och olika kontrollmetoder.
6. När byggnaden är klar att överlätas till **byggnadsförvaltaren** utgör energihandlingarna en del av relationshandlingarna. Byggnadsförvaltaren får då en datormodell av byggnadens energimässiga egenskaper som kan användas för att undersöka konsekvenser på energianvändning vid framtida åtgärder i byggnaden.

3 Användbara begrepp för Energilotsen

I detta kapitel finns samlat och förklarad energirelaterade begrepp och uttryck som förekommer vid utredningar, beräkningar och diskussioner om energianvändning vid nybyggnad. Här finns också dokumenterat några vanliga källor till missförstånd där beställare, projektörer och energiexperter pratar förbi varandra. Först beskrivs en byggnads energibalans, faktorer som ingår och om de hamnar på förlust eller tillskottssidan och hur energiparametrar hänger ihop.

3.1 Energibalans



Figur 3.1 Indata för beräkning av energibalans. Bild från Sune Häggboms Manual VIP 3.0

När energiåtgången skall beräknas i en byggnad sker detta utifrån en så kallad värmebalans där tillförd energi ska vara lika med den bortförda. En del av värmen som tillförs är internt genererad värme av människor som vistas i huset, av belysningen och av annan elutrustning som inte har till uppgift att värma men gör det ändå. Solinstrålning genom fönster står för en betydande del av värmetillskottet men för att täcka värmeförlusterna behövs också ett värmesystem som balanserar behovet till önskad inomhustemperatur. Om den internt genererade värmen och soltillskottet är för stort behövs i stället ett kylsystem om inte övertemperatur accepteras.

I värmebalansen för en byggnad ingår följande på förlustsidan:

- **Transmissionsförluster**, värme oftast i riktning ut genom klimatskalet och vars drivande kraft är temperaturskillnaden mellan ute och inne.
- **Ventilationsförluster**, värme som behövs för att värma luften i den önskad ventilationen.
- **Luftläckageförluster** eller ofrivilligt luftläckage är den värme som krävs för att värma den luft som läcker in genom otätheter, men kan också vara den värme som följer med luft som läcker ut från huset.
- **Vädringsförluster** uppstår när brukare ”extraventilerar”.
- **Avloppsförluster**, den energi som följer med tappvattnet ut.

och på tillskottssidan

- **Solinstrålning** i första hand genom fönster.
- Internt genererad värme av **elapparater** och **belysning**.
- Internt genererad värme av **personer**.
- **Tillskott** genom spillvärme från produktion, reglering och distribution av värme- och tappvarmvatten.
- Värme från **värmesystemet**, den värmen kan vara köpt, vunnen på plats eller återvunnen ur värme på förlustsidan.
- Energi för **beredning** av tappvarmvatten

Oftast söks tillförd energi för uppvärmning eftersom den måste köpas på ett eller annat sätt. Värmebalansen visar att det inte är en lätt uppgift att utforma en byggnad så att både behov av värmeenergi och behov av kyla sommartid blir litet, dvs att hitta en optimalt energitekniskt lösning.

Behovet av köpt värmeenergi minskas principiellt av:

- Transmissionsförlusterna begränsas av bättre isolering och färre köldbryggor.
- Ventilationsförlusterna sjunker med minskat ventilationsflöde eller kortare drifttid.
- Läckageförlusterna minskar med ökad täthet hos klimatskärmen.
- Ökad mottaglighet för solvärme genom fönster.
- Mängden internt genererad värme från personer, belysning och apparater. Där energin till de senare i och för sig också är köpt.
- Värmeåtervinning.
- Värmepump
- Effektiv reglering av den köpta värmeförseln.
- Brukarnas önskade inomhustemperatur och varmvattenanvändning.

Behovet av köpt kylenergi minskas principiellt av precis det motsatta, dvs av större värmeförluster. Försök har gjorts att minska kylenergibehovet genom att försämma klimatskalets värmeisolerande förmåga. Det riktiga är dock att skapa små värmeförlusterna vintertid och att istället begränsa solinstrålning och internt genererad värme sommartid!!

3.2 Energiposter

Energianvändning mäts i kWh/m², se vidare 2.3 nyckeltal. I praktiskt bruk och under en byggnads drift uttrycks energianvändning och medieförbrukning i följande poster.

- Uppvärmning
- Varmvatten
- Fastighetsel
- Kallvatten (m³)
- (Hushållsel eller verksamhetsel)

Den summerade energianvändningen i respektive post ligger till grund för bestämning av byggnadens driftkostnader. Dessvärre kan det vara svårt att särskilja posterna på grund av att det finns för få mätare i huset. Oftast mäts energianvändningen gemensamt till varmvattenberedning och uppvärmning eftersom en mätare är tillräckligt för energileverantören. Konsekvensen för fastighetsägaren blir att man får gissa hur energianvändningen fördelas på varmvattenanvändning och uppvärmning, dock med viss ledning eftersom den totala kallvattenförbrukningen mäts. Hushållselen är inom parentes eftersom den inte rapporteras till fastighetsägaren, oftast har lägenheter sitt eget elabonnemang. I lokalbyggnader är det ofta svårt särskilja fastighetselen från verksamhetsel eftersom det oftast endast finns en mätare.

Uppvärmning

Som fastighetsförvaltare är uppvärmningsenergin all den energi som behövs (oftast som behöver köpas) för uppvärmning. Den inkluderar alla värmeförluster som till exempel omvandlingsförluster i värmekällan. Ingen panna eller värmväxlare har ju 100 % verkningsgrad. Här inkluderas till exempel också energiförlusterna när värmen transporteras ut till byggnadens olika delar och förlusterna som uppstår för att temperaturregleringen heller inte är perfekt.

Storleken på uppvärmningsposten beror i huvudsak på transmissionsförluster genom klimatskal inklusive köldbryggor, uppvärmning av ventilationsluft, uppvärmning av luft som läcker in (och ut). Ett stort bidrag till uppvärmningen ger solinstrålning genom fönster. Liksom den mesta el som används inomhus eftersom den omvandlas till värme som i alla fall under vinterhalvåret kan nyttiggöras. Också varje människa som vistas i huset bidrar med värme.

Tappvarmvatten

Den energi som behövs för att bereda varmvatten.

Fastighetsel

Här ingår all el som behövs för den gemensamma driften av fastigheten. Normalt summeras den som el som behövs för fläktar, pumpar, belysning av gemensamma inre utrymmen, yttre belysning, gemensam tvättstuga, hissar.

Hushållsel

Den el som brukarna i bostadshus använder för vitvaror, belysning, brunvaror etc.

Verksamhetsel

Den el som nyttjare i lokal använder till belysning, kontorsapparater, eventuella vitvaror etc.

Tappvatten (kallt och varmt)

3.3 Nyckeltal för energianvändning

Ett nyckeltal används som jämförelsetal och kallas också specifik energianvändning. Beroende på vem som ska använda uttrycks det på olika sätt. Fastighetsägaren använder nyckeltal för att jämföra byggnader med andra liknande eller för att jämföra samma byggnad men för olika tidsperioder. I det sistnämnda blir nyckeltalen en indikation på hur effektivt byggnaden sköts. För att nyckeltal skall kunna användas för avsett ändamål och beskriva energianvändningens måste man vara överens om vad det ska uttrycka, vanligast är

- årlig energianvändning i kWh/byggnad och år

- energianvändning per area i kWh/m² och år
- energianvändning per volym i kWh/m³ och år
- energianvändning per person i kWh/person och år.

Nyckeltal skall vara så entydigt definierade som möjligt för att säkra kvalitén i jämförelserna.

- Viktigt att vara överens om vilken yta som åsyftas, se nästa avsnitt
- Vilken energi det är fråga om
- Om hushållsel eller verksamhetsel ska ingå
- Normalkorrigerade då energi för uppvärmning avses.

3.3.1 Areabegrepp

Enheten på energimängder är här konsekvent kWh/år. Energimängder kan redovisas med flera olika nyckeltal dels totalt för hela fastigheten i kWh dels som ett specifikt tal eller nyckeltal med energi per kvadratmeter i kWh/m². Specifik energianvändning kan redovisas med flera olika nyckeltal beroende på vilken area som avses.

BOA står för boarea som är bruksarean för boutrymme och är det måttetal som förvaltare brukar vara mest bekant med eftersom den anger den uthyrningsbara ytan.

Energitekniker fördelar hellre energin på **BRA**, bruksarean som är utrymmet begränsad av omslutande väggars insida med vissa avdrag för schakt och innerväggar. I Boverkets energihushållningsregler används den temperaturreglerade bruksarean **BRA(t)** som är en variant på BRA. **(t)** indikerar att det är den temperaturreglerade arean som avses vilken innefattar alla utrymmen som värms eller kyls till en viss temperatur.

Begreppet **BTA** betyder bruttoarea och är ytan som är begränsningen av byggnadsdelarnas utsida med vissa korrigeringar. Bruttoarean kan också komma upp i samband med energianvändning, men främst då produktionskostnader och exploateringskostnader kommer på tal.

Detta är lätt att missförstånd uppkommer vid kommunikation just till följd av att man uttrycker sig olika om egentligen samma sak, så se upp. Svensk Standard definierar i SS 02 10 53 olika ytors benämning och hur dessa ska beräknas.

I Energilotsen används i huvudsak BRA(t). I fortsättningen anges kWh/m²BRA(t),år som kWh/BRA(t) och kWh/m²BOA,år som kWh/BOA.

3.3.2 Köpt energi eller energibehov

En annan vanlig orsak till missförstånd är att otydlighet med begrepp för energibehov. Byggnadens totala behov av energi kan uttryckas som

- Den energimängd som behöver köpas eller
- Den energimängd som tillsätts värmesystemet för att täcka värmeförlusterna och som ibland kallas för nettovärme.

Energibehov för uppvärmning är den energimängd som tillförs (och avges) från radiatorsystemet. Om inget återvinningssystem är anslutet till värmesystemet kommer energibehovet att vara lika med behovet av köpt energi. Energibehov för varmvatten är den mängd energi som behövs för att bereda det varmvatten som de boende de facto använder genom tappning. Om det finns återvinningssystem eller solfångarsystem i varmvattensystemet kommer det inte att behöva köpas lika mycket som det faktiska behovet.

Energibehovet för uppvärmning kommer i princip att vara ett mått på klimatskärmens energitekniska egenskaper och brukarnas beteende, medan storleken på den köpta energin visar hur väl apparater och installationstekniska systemen är valda, utformade och fungerar.

I det fall återvinningssystem saknas är det köpta energibehovet lika stort som husets energibehov. Det vill säga man köper lika mycket värme som försvinner ut genom klimatskalet och med ventilationsluften. Däremot om till exempel värmen i ventilationsluften återvinns och återförs huset, så kommer det köpta energibehovet att minska – men fortfarande är byggnadens energibehov detsamma. Värmebehovet är ett mått på klimatskärmens energitekniska egenskaper, anpassning av ventilationsflöden efter behov och brukarnas beteende. Storleken på den köpta energin visar hur väl apparater och installationstekniska systemen är valda, utformade och fungerar.

För att återvinna energi med hjälp av värmepump eller extra fläktar åtgår elenergi. Denna elenergi räknas även in i summan för uppvärmning.

3.3.3 *Med eller utan hushållsel*

En del förvaltare har synpunkter på om elanvändningen i hushållen ska inkluderas i nyckeltalen. Normalt ser inte förvaltaren av hyreslägenheter kostnaderna för den men för en energitekniker är hushållselen av intresse eftersom den ingår i byggnadens energibalans. I princip all el som används i hushållen till belysning, vitvaror, brunvaror, hushållsmaskiner etc omvandlas till värme som kommer huset tillgodo och minskar behovet av köpt energi till värmesystemet.

3.3.4 *Med eller utan verksamhetsel*

I lokalbyggnader differentieras sällan elanvändning på fastighetens elbehov och verksamheten elanvändning. Kostnaden för elanvändningen delas normalt lojalt av alla som använder fastigheten och fördelas efter golvyta ofta LOA. Fastighetsförvaltarens administration underlättas men det betyder också att det inte finns något incitament för den enskilde brukaren eller verksamheten att minska elanvändningen. Det blir svårt att motivera investering i t ex eleffektiva kontorsapparater om det inte påverkar hyreskostnaderna. Separering av verksamhetsel för med sig konsekvenser på kanalisering vilket försämrar flexibiliteten vid ombyggnad. Den för också med sig ökade kostnader för fler mätare och en driftkostnad för avläsning och avräkning – men den ger stora konsekvenser på en byggnads elanvändning.

3.3.5 *Värmebehov, energi eller effekt*

I diskussion används ibland begreppet värmebehov. Här får man se upp vad som egentligen menas. Värmebehov kan betyda värmeeffektbehov och så fall är det antal Watt som avses. Storleken på radiatorer, värmeledningsrör, värmeväxlare, värmepump eller panna bestäms av begreppet *dimensionerande effektbehov* som är så stort att huset kan hållas varmt en vinternatt. Aktuellt värmeeffektbehov beror på uteklimatet och varierar därmed över året. Dimensionerande värmeeffektbehov påverkar investeringskostnaden.

Värmebehov kan också betyda värmeenergibehov och i så fall avses antalet kWh/tidsperiod som med känt energipris kr/kWh omvandlas till driftkostnad för uppvärmning.

3.4 Kvantifierade nyckeltal för olika byggnadstyper

För att veta ungefär hur mycket energi som används i olika verksamheter finns här en mindre sammanställning. Den grundar sig på statistik från SCB och Energimyndigheten. Den ska inte användas som energimål utan vill visa skillnad i energianvändning och hur stor den kan vara för en och samma verksamhetstyp.

3.4.1 Flerbostadshus

I snitt till alla flerbostadshus köps 170 – 245 kWh/BRA till uppvärmning, varmvattenberedning, fastighetsel och hushållsel. Till nybyggda flerfamiljshus köps 150 – 175 kWh/BRA med följande ungefärliga fördelning på olika poster:

Uppvärmning	70 – 80 kWh/BRA
Varmvatten	30 – 35 kWh/BRA
Hushållsel	25 – 30 kWh/BRA
Fastighetsel	15 – 20 kWh/BRA

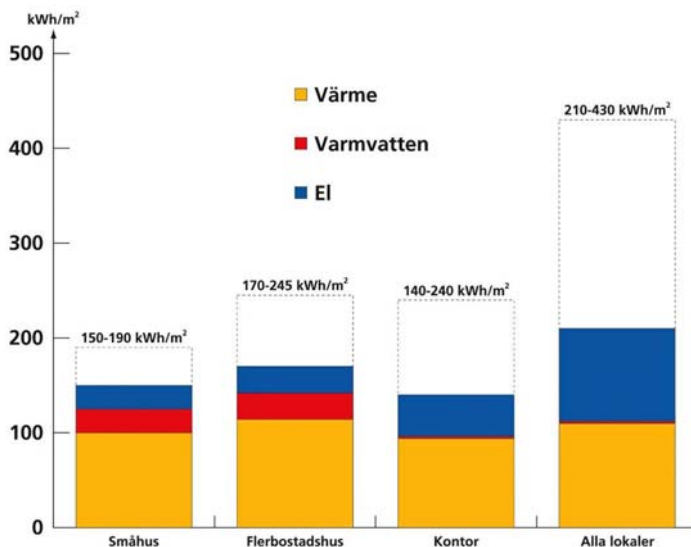
3.4.2 Småhus

Till alla småhus köps 150 – 190 kWh/BRA och till nybyggda småhus 105 – 150 kWh/BRA. I nya småhus byggda så att de uppfyller BBRs krav på god energihushållning fördelar sig behovet av köpt energi på följande poster som.

Uppvärmning	4000 kWh
Varmvatten	3000 kWh
Driftel (Hushållsel, fläktar och pumpar)	6000 kWh

3.4.3 Lokaler

Energianvändning i verksamhetstypen lokaler varierar inom ett mycket stort intervall generellt för hela lokalgruppen varierar energianvändning för uppvärmning och varmvatten mellan 70 och 170 kWh/m² och elanvändningen mellan 40 och 410 kWh/m². Den interna värmeutvecklingen är omfattande och den antingen ventileras eller kyls bort i komfortkylanläggningar.



Figur 3.2 Energikontor Skånes sammanställning av energianvändning och dess fördelning på poster i olika byggnadstyper.

Följande siffror kommer från en sammanställning som gjorts av Carl Bro på uppdrag av Boverket ”Referensnivåer och energianvändning i lokaler” dat 2006-01-22: Energianvändning i kontor och förvaltning för värme och varmvatten ligger mellan 85 – 146 kWh/m² och el 40 – 100 kWh/m². Nya använder totalt ca 100 kWh/m² mindre.

Energianvändning i butik, lager etc för livsmedel för värme och varmvatten ligger mellan 121 – 130 kWh/m² och el 90 – 410 kWh/m² och för övrig handel för värme och varmvatten ligger mellan 77 – 126 kWh/m² och el 100 – 400 kWh/m².

Energianvändning i lokaler för utbildning för värme och varmvatten ligger runt 103 – 160 kWh/m² och el 50 – 65 kWh/m².

Energianvändning i hotell och restauranger för värme och varmvatten ligger mellan 113 – 156 kWh/m².

Energianvändning i vårdlokaler med endast dagdrift för värme och varmvatten ligger mellan 104 – 172 kWh/m² och elanvändning 50 – 100 kWh/m².

Energianvändning i lokaler för vård med dygnet runt för värme och varmvatten ligger mellan 117 – 172 kWh/m² och elanvändning 75 – 110 kWh/m².

3.5 Aktuella begrepp för det termiska inneklimatet

Människans upplevelse av det termiska klimatet definieras av sex olika parametrar: lufttemperatur, omgivande ytors temperatur, lufthastighet, luftfuktighet, klädsel och aktivitet. För praktiskt bruk vid projektering, mätning och analys av ett rums inneklimat innefattas dessa i begreppen i tabeller i **Kapitel 4 Byggherrens handledning för energi och inneklimat**.

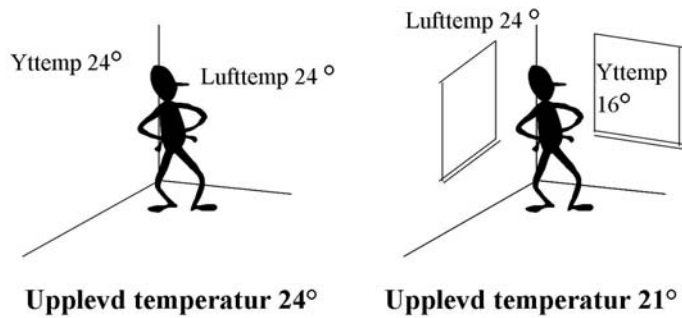
Lufttemperatur

Lufttemperaturen är ett vanligt men missvisande mått på inneklimatets standard, i alla fall vintertid. En ”vanlig” termometer som mäter lufttemperaturen påverkas okontrollerat av strålningstemperaturen från rummets väggar, tak, golv och fönster och ger inget bra mått på hur det termiska klimatet upplevs. I stället ska den operativa temperaturen mätas och användas för jämförelser.

Godtagna lufttemperaturgränser i bostäder och offentliga lokaler är 18 - 24°C. Vintertid ligger de idealiskt mellan 18 och 22°C och sommartid mellan 22 och 24°C. Vid tungt arbete ökar värmealstringen och därför ska lufttemperaturen vara 15 - 18°C i lokaler där sådant utförs. Äldre personer och personer med funktionsnedsättningar som sitter stilla mycket behöver en högre temperatur än yngre och friska personer. Temperaturen får aldrig överstiga 30°C, då människor (nordbor) med hjärtbesvär kan få en känsla av obehag. För låg temperatur vid lätt arbete leder till fumlighet med ökad skaderisk som följd.

Operativ temperatur

Luftens temperatur i samverkan med temperaturen på de omgivande ytorna har störst betydelse för klimatupplevelsen. Även om lufttemperaturen är behaglig kan det kännas kallt om man omges av kalla ytor, eftersom värmen strålar kraftigt från den del av kroppen som är vänd mot den kalla ytan. Ett bra sammanfattande mått på upplevd temperatur är operativ temperatur. Med detta menas den samlade inverkan av luftens och omgivande ytornas medeltemperatur och den anges som medelvärde av luftens och omgivande ytors temperatur.



Figur 3.3 Operativ temperatur är den upplevda temperaturen och beror på luftens temperatur och omgivande ytors temperatur och avstånd.

Drag

För hög lufthastighet påverkar värmeutbytet mellan kropp och omgivning eftersom den konvektiva värmeavgivningen ökar. I fysikalisk mening är drag en lokal avkylning av kroppen som kan leda till en sänkning av hudtemperaturen i sin helhet. Besvär orsakade av drag uppstår när luftens medelhastighet överstiger 0.15 m/s då operativa temperaturen uppgår till mellan 20-24°C. Drag som förorsakas av luftrörelser upplevs starkare ju högre hastigheten är och ju kallare luften är. Vid hög inomhustemperatur är däremot en hög lufthastighet önskvärd eftersom värmeavgivningen underlättas.

En annan typ av drag, så kallat kallras, uppstår vid kalla fönsterytor. Luften invid fönstret kyls, den blir tyngre än den varma luften i rummet och sjunker därför ned utefter väggen under fönstret och strömmar in på golvet som kallras. Vintertid kan detta bli betydande under fönster med höga U-värden. Ytterligare en annan typ av lokal avkylning, s k falskt drag, uppstår om man vistas för nära en kall yta. Värmen strålar från den del av kroppen som är vänd mot den kalla ytan.

Temperaturasymmetri

Strålningstemperaturasymmetri används som ett uttryck för att ange den asymmetriska strålning som människan utsätts för då omgivande ytor har olika temperatur.

Vertikal temperaturdifferens

En för stor temperaturgradient i ett rum, dvs för stor temperaturskillnad mellan golv och tak, kan kännas obehaglig och rubba människans värmebalans. Om lufttemperaturen är hög i huvudhöjd och låg vid anklarna kan det medföra lokalt obehag för stillasittande personer. Skillnad i lufttemperatur mellan huvud och fötter bör inte vara mer än 3°C.

Golvtemperatur

Första tecknet på obalans i kroppens värmesystem är kalla fötter eftersom människan är så konstruerad att den vid avkylning först låter händer och fötter bli kalla. Normalt uppstår inga problem om golvtemperaturen håller sig inom idealiska 20-24°C. Temperaturen får inte understiga 16°C (i badrum 18°C och i barnlokaler 20°C) och inte överstiga 27°C enligt BBR.

Luftfuktighet

Påverkar upplevelsen av termiska klimatet i mindre omfattning och ingår därför normalt inte som mätbar storhet. Däremot är det en viktig faktor för studier av luftens kvalitet.

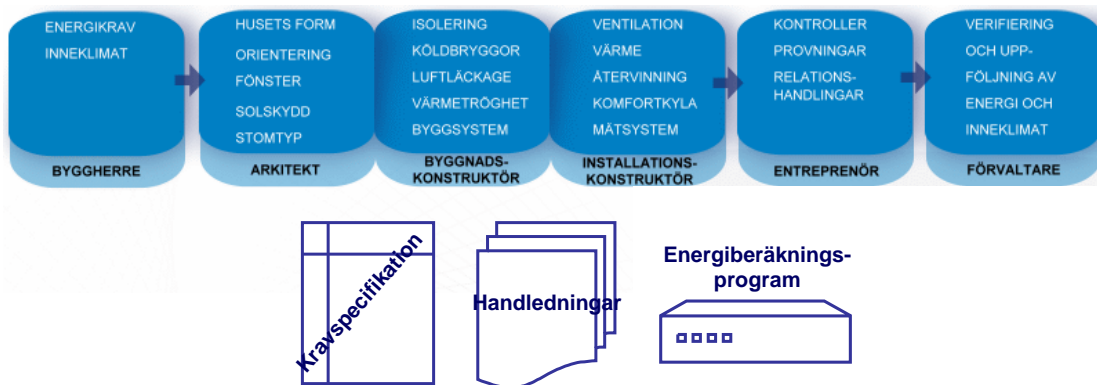
Tabell 3.1 Godtagbara värden för termiska klimatfaktorer vintertid enligt ISO 7730.

Inneklimatfaktor	Inneklimatklasser		
	TO1	TO2	TO3
Operativ temperatur (°C)			
- högst	23	24	26
- lägst	21	20	18
Lufthastighet vintertid	< 0.15	< 0.15	< 0.15
Lufthastighet sommartid	< 0.20	< 0.25	< 0.40
Vertikal temperaturdifferens	< 2.5	< 3.0	< 3.0
Strålningstemp asymmetri (°C)			
- mot varmt tak	< 4	< 5	< 7
- mot fönster	< 8	< 10	< 12
Golvtemperatur (°C)			
- högsta värde	26	26	32
- lägsta värde	22	19	16

4 Introduktion - projektering av energieffektiva byggnader med hjälp av Energilotsen

Detta kapitel är skrivet för byggherre, arkitekt, byggnadskonstruktör, installationskonstruktörer och entreprenör i syfte att alla ska veta vad som är undersökt och med vilka förutsättningar de gjordes. Detta kapitel är inte heltäckande för att projektera energieffektivt krävs följande för respektive projektör och entreprenören.

- För byggherren räcker det i princip att läsa detta kapitel och **Kapitel 4 Byggherrens handledning för att formulera energi- och inneklimatkrav** för att upprätta den skriftliga kravspecifikationen. Men eftersom det är byggherren som är beställare av projektörernas utredningar är det inte helt fel att dessutom åtminstone skumma **Kapitel 5, Kapitel 6 och Kapitel 7** som är arkitektens, byggnadskonstruktörens och installationskonstruktörens handledning för utredningarna.
- För arkitekten räcker det att läsa detta plus **Kapitel 5 Handledning för arkitektens undersökningar av energi och inneklimat**.
- För byggnadskonstruktören räcker det att läsa detta kapitel och **Kapitel 7 Handledning för byggnadskonstruktörens undersökningar av energi och inneklimat**.
- För installationskonstruktörerna räcker det att läsa detta och **Kapitel 8 Handledning för installationskonstruktörens undersökningar av energi och inneklimat**.
- För entreprenören räcker det att läsa detta och **Kapitel 9 Handledning för entreprenörens undersökningar**.



Figur 4.1 Energilotsen

4.1 Sammanfattning av tanken bakom Energilotsen

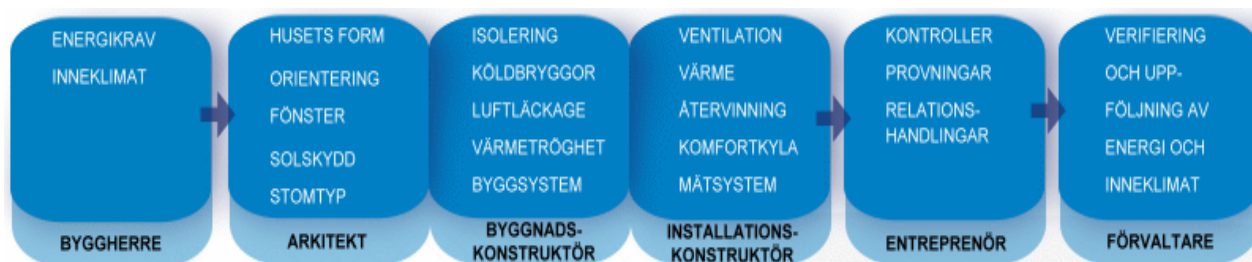
Ur teknisk synvinkel är det svårt att få hus att fungera precis som tänkt. Principiellt består det av flera delar som samverkar: stomme, stomkomplettering, värmesystem, ventilationssystem, komfortkylsystem, vatten och avloppssystem, reglersystem, mätsystem, driftspersonal och inte minst brukarna. En huvudsaklig uppgift under byggprocessen är att välja en kombination av dessa delkomponenter som sammantaget klarar den verksamhet som byggnaden är avsedd för och dessutom med gott inneklimat, kostnadseffektivitet och låg miljöpåverkan. Vilken uppgift! Den systemlösning som så småningom väljs beror på vilka krav som prioriterats.

Generellt gäller att byggnadens möjligheter till passiv klimatisering ska utnyttjas så lång det går genom att först minska behovet av värme och kyla. Därefter väljs kompenserande tekniska apparater och installationssystem. Om tanken är att huset ska bli energieffektivt ska energifrågorna lyftas och hanteras systematiskt under hela byggprocessen och det är här Energilotsen kommer till hjälp. I huvudsak gäller följande ordning:

1. Ställ upp funktionskrav på energianvändning och inomhusklimat och övriga generella verksamhetsknutna krav som kan påverka de förstnämnda.
2. Begränsa energiförlusterna genom klimatskalet med anpassad utformning och hög isoleringsgrad.
3. Undersök möjligheterna att utnyttja solvärme via solfångarsystem.
4. Minska behovet av köpt energi med installationer med återvinningssystem.
5. Begränsa behovet av köpt energi med anpassade styr- och reglersystem som effektivt utnyttjar solenergi och internt genererad värme.
6. Motivera de boende så de blir medvetna om att hög inomhustemperatur, hög varmvattenanvändning och stor vädringsfrekvens har avgörande betydelse på energianvändning.
7. Utför kontroller och provningar under byggtiden.
8. Kontrollera energianvändning och inomhusklimat när byggnaden varit i drift en tid.
9. Lär av framgångar och misstag.

Punkterna innebär att var och en som deltar i byggprocessen har ansvar i att undersöka sina möjligheter till att skapa energieffektiva lösningar, se figuren nedan. Här kommer Energilotsen till hjälp som visar vilka undersökningar som respektive aktör tar ansvar för och hur dessa går till. Energikontrollerna kopplas till det ingenjör/arkitektarbetet som normalt utförs och behöver inte betyda nya stora förändringar i nybyggnadsprocessen. **Man utgår från den utformning eller de tekniska lösningar som var tänkta från början och så undersöks ett eller flera snarlika alternativ**, t ex ändrad storlek på fönster, ändrad tjocklek på isoleringen, annan temperaturverkningsgrad. Undersökningen omfattar beräkning av energianvändning och uppskattning av merkostnaden jämfört med den först tänkta lösningen.

Naturligtvis är det så att ju tidigare i processen och ju mer byggherre och projektörer diskuterar tekniska lösningar på både system- och komponentnivå desto bättre. Genom hanteringen av energifrågor på detta sätt så minskar risken att något hamnar mellan stolarna.



Figur 4.2 Metodiken bakom Energilotsen

Det går inte att komma ifrån att **byggherren** har den viktigaste rollen. Hans uppgift är att ställa krav, styra genom processen och till slut kontrollera att kraven uppfyllts. Genom att tidigt bestämma hur mycket energi som huset får använda bör man få alla involverade att intressera sig för hur energikrävande olika tekniska/estetiska lösningar är. Många gånger kan den extra utmaningen vara intressant för ingenjörer och arkitekter. För att inte försumma något använder byggherren inmatningsformuläret till kravspecifikation där han själv

bestämmer hur detaljerade krav som ska ställas. I princip kan det räcka att ange ambition man har på både energianvändning och termiskt inneklimat, men det är också möjligt att ingående beskriva energitekniska egenskaper på system- eller komponentnivå. **Kapitel 4** är en beskrivning av alla de överväganden som byggherren kan göra och också hur projektörerna ska tolka kraven som uppdrag.

Arkitekten ska utforma byggnaden så att energiförlusterna genom klimatskalet minimeras och så att tillförd energi utnyttjas effektivt. Naturligtvis kommer det att bli nödvändigt med kompromisser, arkitekten är ju den som ansvarar för att huset fyller sin funktion, för att verksamheten ska fungera och för det estetiska värdet. Men om arkitekten väger mellan två alternativ kan energikraven vara det kriterium som faller avgörandet. De första arkitektskisserna duger mycket väl som underlag för dessa tidiga undersökningar och det spelar faktiskt inte så stor roll vilken typ av värmekälla som ska väljas eller på vilket sätt huset ska värmas. Arkitekten kan påverka energianvändningen väsentligt för uppvärmning och/eller kylning enbart genom att undersöka den påverkan som husets form, fönsterstorlek, orientering, stomtyp och solskydd. Den får dock inte glömma inneklimatet vinter eller sommar. I **kapitel 5** beskrivs för arkitekten hur undersökningarna konkret går till, både energistudierna och inneklimatundersökningarna.

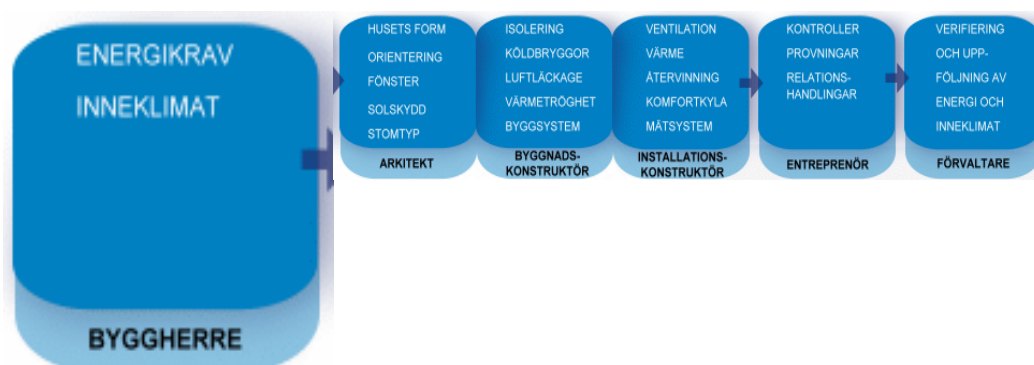
Bygghandlingarna fortsätter arkitektens arbete med att undersöka möjligheten att minska energiförlusterna genom klimatskalet. De viktigaste undersökningarna rör isoleringsgrad, isoleringstjocklek, stomval, geometriska och konstruktiva köldbryggors inverkan samt lufttätheten. Olika isolertjocklekar och fördelning av isoleringen på väggar, tak, grund, dörrar och fönster undersöks med avseende på både energibesparing och investeringsmerkostnad. I **kapitel 6** beskrivs för bygghandlingarna hur dessa undersökningar går till rent konkret; energiberäkningar, beräkningar av köldbryggor och relevanta inneklimatundersökningar.

I princip är det genom installationerna som all köpt energi passerar varför det också finns anledning för **installationskonstruktörerna** (VVS och EI) att undersöka och jämföra flera olika tekniska lösningar både på systemnivå och på komponentnivå. I huvudsak ska de undersöka alternativ till den tänkta lösningen vad gäller system för ventilation, värme, varmvatten, komfortkyla, elapparater, belysning, styr- och regler samt mätning. När installationssystemen väljs och utformas har man nytta av de inneklimatkrav och eventuella krav på driftsäkerhet och underhåll som byggherren kan ha ställt. Här finns också chansen att tänka igenom vilka mätsystem som ska finnas för en noggrannare uppföljning av drift än normalt. I **kapitel 7** beskrivs för installationskonstruktörerna undersökningarna.

Entreprenören har en viktig uppgift i att se till att bygghandlingarna verkligen följs. Om något system, komponent eller något material måste bytas får det endast ske under förutsättning att de energitekniska egenskaperna inte försämras. Med information om vikten av noggrant utförande under byggtiden ökar chansen väsentligt att energitekniska lösningar utförs på rätt sätt. Kontroller av klimatskalet kan innefatta lufttätheten och köldbryggor. I **kapitel 8** beskrivs kontrollerna och undersökningarna.

Det första året byggnaden är i drift är viktigt för att få systemen att fungera som det är tänkt och för driftpersonalen att lära känna huset. Inom två år ska också energianvändning verifieras och inneklimatet undersökas och jämföras med byggherrens krav.

3.2 Byggherrens roll för energieffektiv projektering



Figur 4.3 Byggherrens roll för energieffektiv projektering

Byggherrens huvuduppgift är att uttrycka och notera

- Krav på den färdiga byggnadens energianvändning.
- Krav på inomhusklimatet sommartid.
- krav på inomhusklimatet vintertid.
- Energirelaterade förutsättningar på tomten.
- Undersökningar som arkitekt, konstruktör och installationskonstruktör ska göra med avseende på energianvändning, inneklimat och merkostnader.
- Krav på de kontroller och provningar som ska utföras under eller efter byggtiden.
- Krav på hur energianvändning och inneklimat ska verifieras, (ännu ej i Energilotsen).
- Eventuella andra krav som kan påverka energitekniska val som framtida drift, underhåll, flexibilitet, miljöpåverkan, kostnader etc.

Dessa krav formuleras i en skriftlig **Kravspecifikation för energi och inneklimat** som utgör en del i byggnadsprogrammet dvs den handling som uttrycker övriga önskemål från byggherren. Innehållet i kravspecifikationen kommer att bilda underlag för projektörernas val av klimatskalets utformning, konstruktioner, system och byggnadsmaterial samt för dimensionering av alla system. Genom att använda uppföljningsbara termer så kommer det också att bli möjligt att kontrollera den färdiga byggnaden med hjälp av mätningar eller besiktning.

Byggherren formulerar själv de energirelaterade kraven och inneklimatkraven eller ännu hellre i diskussion med projektledare, projektörer/konsulter. Detaljeringsnivån i kravspecifikationen kan variera från att ställa övergripande krav på husnivå till krav och önskemål på systemnivå och ända ner på komponentnivå. I ena ytterligheten har byggherren endast angett vilken ambition han har med byggnadens energianvändning och inneklimat. I kravspecifikationen i andra ytterligheten kan han ha krav på en eller många små detaljer. Byggherren bestämmer själv med sina erfarenheter av lösningar som fungerat bra eller dåligt, man kan ha sett eller hört talas om en konstruktionslösning, systemlösning eller en apparat som man är intresserad av.

Det finns en nära koppling mellan inneklimat och energianvändning. Ju högre inomhustemperatur desto högre blir energianvändningen. Ju högre temperatur som krävs inomhus desto viktigare blir det med isolering, täthet etc. Men även om man har tänkt hålla en låg temperatur är byggnadstekniska val viktiga. Den termiska upplevelsen inomhus blir känsligare för kallstrålning från fönster och drag ju lägre lufttemperatur man vill ha.

Detta ska byggherren ta ställning till

Den **enklaste varianten av kravspecifikation** är ställa krav på husnivå. Förutom kontaktuppgifter och energirelaterad information om byggnadens verksamhet och planmässiga förutsättningar. Den **mer komplicerade varianten** är att göra val på olika detaljnivåer. Kravspecifikation kommer att fyllas i med lämpliga defaultvärden och systemlösningar som man som byggherre ändra på, de är bara förslag! Valfriheten är dock inte obegränsad eftersom en byggnad inte kan ha alltför dåligt isolerat klimatskalet eller typ av ventilationssystem om lägsta årskostnad väljs. Kravspecifikationen är utformad så att det inte går att ställa krav så att det skapas omöjliga kombinationer.

De tre viktigaste valen är att välja ambitionen med byggnadens

Energiklass, antingen

- Hållbar utveckling.
- Lägsta totala årskostnad, LCC
- Lägsta investering, dvs BBR-krav

Inneklimatklass vintertid, antingen

- Klass A: 90 % av brukarna är nöjda.
- Klass B: fler än 80 % av brukarna är nöjda.
- Klass C: Krav enligt BBR, SOS eller AFS.

Inneklimatklass sommartid, antingen

- Klass A: 90 % av brukarna är nöjda.
- Klass B: fler än 80 % av brukarna är nöjda.
- Klass C: Krav enligt SOS och AFS.

Lägsta investering innebär att husets byggkostnad ska vara låg, det får dock inte bli så låg kvalitet att BBRs energihushållningskrav inte uppfylls. Men även om ambitioner är att huset ska vara billig att bygga (observera inte billig i drift) ökar chanserna att den i alla fall kommer att uppfylla Boverkets krav på god energihushållning och inneklimat samt Arbetsmiljöverkets inneklimatkrav för arbetsmiljöer. Därmed bör de värsta malörerna med hus som inte ens uppfyller dessa krav kan därmed undvikas. Hantering av energifrågor enligt Energilotsen innebär ju att projektörerna med beräkningar ska kontrollera både energianvändning och inneklimat innan bygghandlingarna är klara.

Om byggherren väljer att **lägsta totala årskostnad, LCC** ger han i uppdrag åt projektörerna att undersöka alternativ utformning/teknik till de första tänkta. Projektörerna ska var och en beräkna energibesparing och ta fram merkostnaderna för alternativen. På detta sätt får byggherren ett underlag med energibesparing och merkostnad som används i en lönsamhetsmodell varvid byggherren fattar det avgörande beslutet om åtgärderna ska genomföras. Lönsamhetsmodellen måste innefatta åtgärdens livslängd, merkostnad, energipris, energiprisökning, kalkylränta och eventuell merkostnad för underhåll. Payoff-metoden är inte relevant för byggnadsdelar som har lång livslängd.

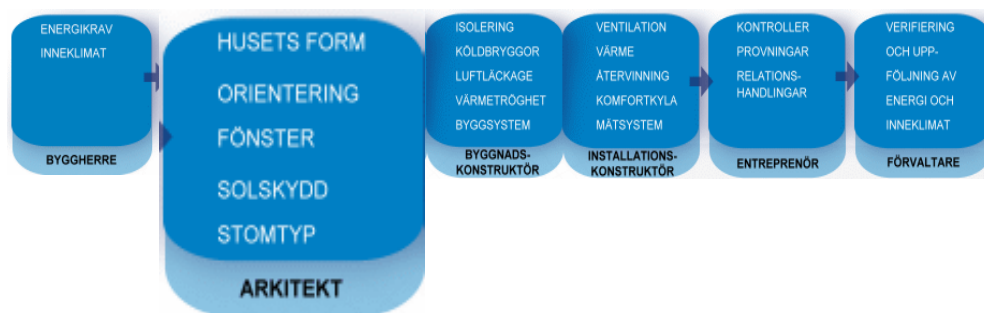
I hus som ska klara en **hållbar utveckling** ska den senaste tekniken användas. Byggherre måste då komma överens med projektörerna om vilken teknik som kan tillåtas användas, om den kan vara obekräftad, svår att få tag i etc. Denna klass skiljer sig från de andra två genom att den inte är lika enkel att inkludera i den vanliga byggprocessen. Klassen är mer krävande eftersom den senaste tekniken ska letas upp och fler energi- och inneklimatberäkningar ska genomföras. Även om man bygger hus efter denna modell ska alternativa systemlösningar analyseras.

Jämfört med den vanliga byggprocessen

I den vanliga byggprocessen kan arbetssätt med kravspecifikation på energi och inneklimat komma att innebära ett något förändrat sätt för projektörerna att bestämma systemlösning, men det påverkar inte deras traditionella sätt att utforma och att dimensionera valda tekniska lösningar. Hittills har det sällan ställts tuffare krav på energianvändning och inneklimat än

att byggnaden ska uppfyller de krav och regler som ställts upp av samhället. Med Energilotsen kan byggherren ta det tillfälle som bjuds att ställa krav på större beslutsunderlag än normalt. Den stora skillnaden i byggprocessen kommer att bli att energianvändningen ska mätas och verifieras inom två år efter idrifttagning. Detta överensstämmer också med Boverkets nya energihushållningsregler som anger en kravnivå i kWh/BRA som inte får överstiga under drift.

4.2 Arkitektens roll i en energiriktig projektering



Figur 4.4 Arkitektens roll i en energiriktig projektering

Arkitekten ska alltså utforma byggnaden så att förutsättningarna för att skapa ett hus med låg energianvändning och bra inomhusklimat blir de bästa för projektörer som tar vid. Naturligtvis kommer det att bli nödvändigt med kompromisser, arkitekten är ju den som står för det konstnärliga värdet och ansvarar för att verksamheten kommer att fungera. Men det finns mycket att vinna på att överväga olika alternativ.

Det energibehov som arkitekten räknar fram i detta tidiga skede kommer förmodligen inte att överensstämma med den färdiga byggnaden eftersom installationerna och exakta byggnadstekniska egenskaper ännu inte kan beskrivas fullt ut. Noggrannheten kan slå på $\pm 30\%$, men det viktiga i detta tidiga skede är inte prognostisera den absoluta energianvändningen utan att ta fram skillnader mellan olika lösningar.

I listan nedan anges de egenskaper hos klimatskalet, samt förhållande i och kring byggnaden som påverkar energianvändning och inneklimate. Vissa av punkterna är lätta att värdera både ekonomiskt, funktionellt och energimässigt. Andra något besvärligare – men inte omöjliga. Ofta är det inte heller svårt att få fram en grov kalkyl på fördyring som kan jämföras med energivinst eller miljövinster (inomhusklimat) i byggherrens lönsamhetsanalyser.

Arkitekten kan analysera följande parametrar med avseende på energianvändning och eventuellt merkostnader. Byggherren detaljredovisar i kravspecifikationen vad arkitekten ska kontrollera.

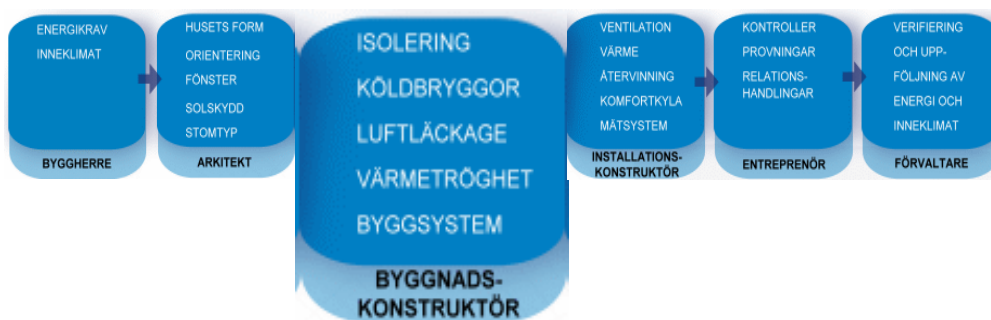
- **Fönsters storlek** med avseende på energianvändning
- **Fönsters placering och orientering** med avseende på energianvändning
- **Energitekniska egenskaper hos fönster** med avseende på energianvändning
- **Solavskärmning** med avseende på övertemperatur eller kylbehov
- **Stommens värmetröghet och den termiska tillgängligheten (beklädnader) för nattkyla** med avseende på övertemperatur eller kylbehov
- **Byggnadens form** med avseende på energianvändning
- **Planering av utrymme om konstruktören vill öka vägg tjockleken** med avseende på energianvändning

Arkitekten ska i den mån det är möjligt undersöka klimatskalets energirelaterade påverkan på det termiska inomhusklimatet. Resultaten ska jämföras med byggherrens ambition på inneklimatklass sommar respektive vinter.

- **Kallras vid fönster och glasytor**
- **Övertemperatur sommartid**
- **Operativ temperatur**
- **Komfortbegränsning på grund av kondensrisk på utsidan av fönster.**

I handledningen i **Kapitel 5** finns redovisat hur man gör dessa beräkningar med datorprogram som är anpassade för arkitekten. Det viktigaste för arkitekten är att minimera energiförlusterna genom klimatskalet och då spelar inte uppvärmnings- eller ventilationssättet så stor roll.

4.3 Konstruktörens roll i en energiriktig projektering



Figur 4.5 Konstruktörens roll i en energiriktig projektering

Förutsättningarna för byggkonstruktörens arbete med att minimera energibehovet kommer att vara goda eftersom underlaget från arkitekten innehåller genomtänkta energilösningar. I listan nedan anges de egenskaper hos klimatskalet som byggkonstruktören tar ansvaret för att undersöka, alla påverkar både energianvändning och inneklimat. Alla dessa punkter, med undantag av lufttätheten är relativt enkla att i ett tidigt skede värdera energimässigt, ekonomiskt och dess konsekvenser på inneklimatet.

Listan visar de undersökningar som byggkonstruktören ska göra innan han fattar beslut om utformning av stomme och stomkomplettering. Konstruktören ska både beräkna energianvändning och ändrad investeringskostnad som behövs för att analysera lönsamheten för åtgärder i såväl stora som små konstruktionsdelar. U_{kor} -värden eller rättare olik isolertjocklekar ska undersökas så att energianvändningen motsvarar byggherrens önskemål på energiklass: lägsta investeringskostnad, lägsta totala årskostnad eller kanske klassen hållbar utveckling. Eventuellt kanske byggherren rentutav har specificerat U_{kor} -värden.

Energibehovet som byggkonstruktören räknar fram kommer fortfarande inte att stämma överens med den färdiga byggnadens, men felet kommer att bli mindre för varje projektssteg. Nu är det kanske bara $\pm 20\%$.

Byggkonstruktören ska undersöka följande energirelaterade parametrar med avseende på energianvändning och merkostnad: Byggherren detaljredovisar i kravspecifikationen vad byggkonstruktören ska kontrollera.

- **U_{kor} -värden hos väggar, tak och grund.**
- **U_{kor} -värden hos fönster och dörrar.**

- **Lufttäta anslutningar.**
- **Geometriska köldbryggor vid bjälklagskanter.**
- **Geometriska köldbryggor vid kanter på bärande väggar.**
- **Geometriska köldbryggor i hörn.**
- **Köldbryggor i balkonger.**
- **Geometriska köldbryggor vid fönster och dörrar.**
- **Stommens och stomkompletteringens värmetröghet.**

Byggnadskonstruktören ska undersöka klimatskalets energirelaterade påverkan på det termiska inomhusklimatet. Resultaten ska jämföras med byggherrens ambition på inneklimatklass sommar respektive vinter.

- **Kallras vid fönster och glasytor.**
- **Operativ temperatur.**
- **Övertemperatur sommartid.**
- **Golvtemperatur**
- **Operativ temperatur**
- **Komfortbegränsning på grund av kondensrisk på utsidan av fönster.**

I handledningen i **Kapitel 6** finns redovisat hur byggnadskonstruktören gör beräkningarna med datorprogram för energianvändning och inneklimatstudier och har isoleringstjockleken optimeras. Det viktigaste för byggnadskonstruktören är att minimera energiförlusterna genom klimatskalet och då spelar inte uppvärmnings- eller ventilationssättet så stor roll.

3.5 Installationskonstruktörens roll i en energiriktig projektering



Figur 4.6 Installationskonstruktörens roll i en energiriktig projektering

Förutsättningarna för installationskonstruktörernas arbeta med att minimera energibehovet kommer att vara goda eftersom underlaget innehåller genomtänkta energilösningar. Syftet med installations-, styr och reglersystemen är att kompensera för klimatets kylande effekt på vintern och värmande på sommaren och skapa det önskade inomhusklimatet. I princip är det också genom installationerna som all köpt energi passerar varvid det finns alltså all anledning att undersöka och jämföra flera olika tekniska lösningar. Inte bara på systemnivå utan också på komponentnivå och analyser av hur de samverkar med byggnaden i övrigt.

Generellt gäller att byggnadens möjligheter till passiv klimativering ska utnyttjas så lång det går. Konkret betyder detta att i första hand ska behovet av värme och kyla minskas, sedan sker kompenseringen med de tekniska apparaterna. Detta gäller både val av apparater och rumsystem i värmesystemet och i komfortkylsystemet.

I listan nedan anges de egenskaper hos klimatskalet som installationskonstruktörerna tar ansvar för att undersöka, alla påverkar både energianvändning och inneklimat. Alla dessa punkter, med undantag av är relativt enkla att i projekteringskedje värdera energimässigt, ekonomiskt och undersöka dess konsekvenser på inneklimatet. Installationskonstruktörerna ska både beräkna energianvändning och ändrad investeringskostnad för åtgärder på både systemnivå och komponentnivå. Även här gäller naturligtvis byggherrens önskemål på energiklass: lägsta investeringskostnad, lägsta totala årskostnad eller kanske klassen hållbar utveckling. Eventuellt kanske byggherren rentutav har specificerat precis vilka installations- och styr- och reglersystem eller en speciell värmepump som han vill att byggnaden ska utrustas med.

Energibehovet som byggnadskonstruktören räknar fram kommer fortfarande inte att stämma överens med den färdiga byggnadens, men felet kommer att bli mindre för varje projekteringssteg. Nu är det kanske bara $\pm 10\%$.

Installationskonstruktörerna ska undersöka följande energirelaterade parametrar med avseende på energianvändning och merkostnad: Byggherren detaljredovisar i kravspecifikationen vad som ska kontrolleras.

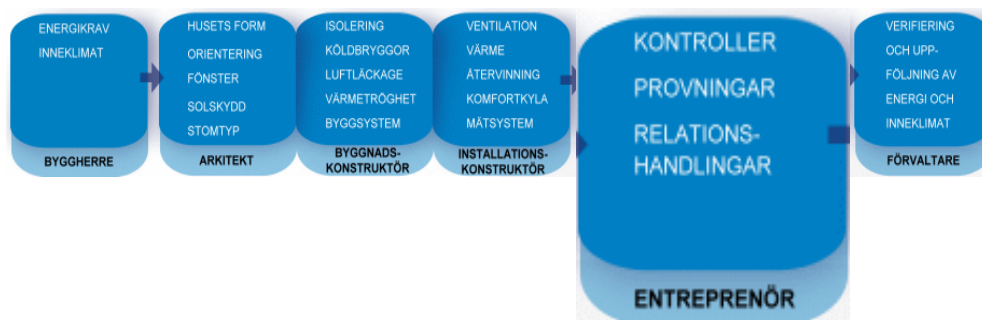
- **Val av typ av ventilationssystem, värmesystem, komfortkylsystem.**
- **Utformning av ventilations-, värme-, tappvatten- och komfortkylsystem.**
- **Distributionssätt, komponenter och rumsystem.**
- **Värmekällor för värmning och varmvattenberedning.**
- **Styr- och reglersystem för anpassning**
- **Installationssystemens och stommens samverkan för nattkyla**
- **System för individuell mätning och debitering av värme och varmvatten**
- **Övriga fasta mätuttag för kontroll av funktionen**
- **System för belysning och styrning**
- **Elkrävande apparater för fastighetsdrift**
- **Elkrävande apparater för verksamheten**

Installationskonstruktörerna ska undersöka installationssystemens energirelaterade påverkan på det termiska och hygieniska inomhusklimatet. Resultaten ska jämföras med byggherrens ambition på inneklimatklass sommar respektive vinter

- **Kallras vid fönster och glasytor**
- **Riktad operativ temperatur**
- **Övertemperatur sommartid**
- **Golvtemperatur**
- **Operativ temperatur**
- **Drag till följd av ventilationens rumsystem**
- **Luftkvalitetskrav**

I handledningen i **Kapitel 7** finns redovisat hur installationskonstruktörerna gör beräkningarna med datorprogram för energianvändning och inneklimatstudier.

4.4 Entreprenörens roll i en energiriktig projektering



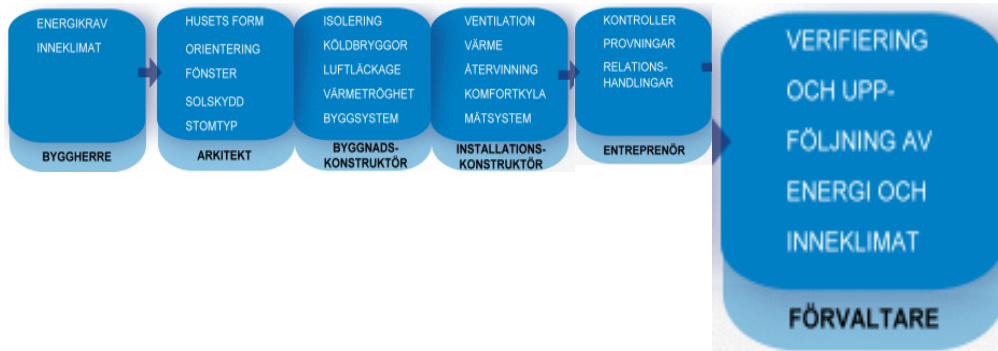
Figur 4.7 Entreprenörens roll i en energiriktig projektering

Entreprenören har en lika viktig roll för att huset ska bli energieffektivt som alla andra i byggprocessen genom att se till att bygghandlingarna verkligen följs. Om någon del eller något material måste bytas får det ske under förutsättning att de energitekniska egenskaperna inte försämras. Med information och kontroller under byggtiden ökar chansen väsentligt att energitekniska lösningar utförs på rätt sätt. I informationen bör inkluderas varför utförandet är viktigt och vad det betyder kvantitativt i ökad driftskostnad. Någon form av garantiåtagande ska skapas så att de uppställda målen för energi- och inneklimat kommer att uppnås. I kvalitetsplanen regleras vem som ska utföra kontrollerna och när.

Entreprenören ska ha kontroll på att bygghandlingarna följs med avseende på följande energirelaterade parametrar, dvs utöver andra funktionskontroller som t ex den obligatoriska ventilationskontrollen) Byggherren detaljredovisar i kravspecifikationen vad som ska mätas och kontrolleras.

- **Informera på byggarbetsplatsen om vikten av gott utförande som t ex funktionen hos vindskydd, att isoleringen fyller ut facken, håltagning för eldosor sker på rätt sätt, att anslutningar och genomföringar utförs på rätt sätt.**
- **Kontroll av utförandet av detaljer vad gäller lufttäthet och köldbryggor.**
- **Utföra tryckprovning för att kontrollera klimatskärmens täthet.**
- **Utföra termografering för att kontrollera täthet och köldbryggor.**
- **Kontrollera att rätt apparater installeras.**
- **Inget byte av material eller komponenter ska ske före kontroll så att inte de energitekniska egenskaperna är sämre.**

3.7 Förvaltarens roll i energiriktig projektering (ännu ej i Energilotsen)



Figur 4.8 Förvaltarens roll i en energiriktig projektering

De första åren är de viktigaste i husets historia. Förvaltningspersonal, driftpersonal, boende och brukare samt övriga som på något sätt har en anknytning till huset ska informeras om hur det är tänkt att fungera energi- och inneklimateffektivt. Vid inflyttning ska finnas utförliga instruktioner angående handhavandet av byggnadens installationer, gärna också med beskrivning av hur energianvändningen påverkas av dålig funktion.

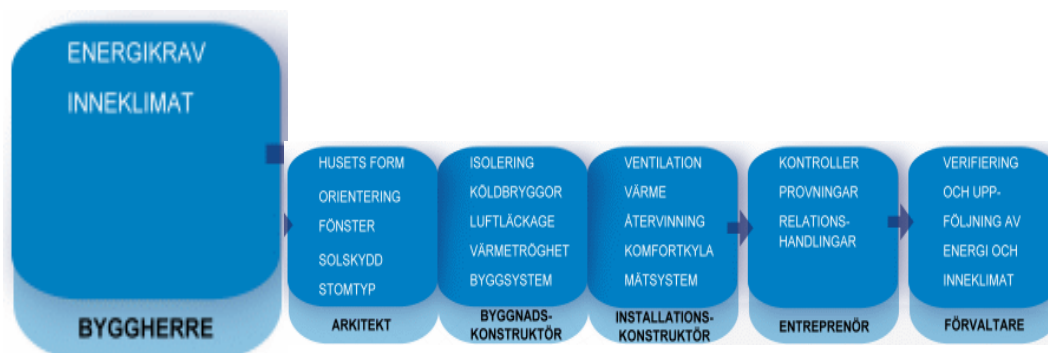
Det är också nu som man kan börja kontrollera att huset har de egenskaper som byggherren önskar. Ett styrmedel för kontroll av husets energiegenskaper i samband med övertagandet kan vara en energideklaration tillhandahållen av entreprenören. Av denna ska framgå vilka kontroller som är gjorda så långt.

Egentligen är det inte förrän under andra uppvärmningssäsongen som energianvändningen kan kontrolleras utan att korrigeringar för t ex uttorkning av byggfukt och injusteringsproblem. De boendes upplevelser av inneklimateffektivitet och komfort kartläggs genom enkäter och inneklimateffektivitet för att kontrollera att programmets mål uppnått i den färdiga byggnaden. Drar huset mer energi än vad projektören uppgivit ska att bristerna rättas till direkt. Felaktigheter skall åtgärdas av ansvariga för att inte huset ska dra onödigt mycket energi under hela brukstiden.

Åtaganden enligt Energilotsen kräver att energianvändning ska garanteras vilket kommer att kräva ett större engagemang från entreprenören under garantitiden. Åtagandet ska kunna innehålla någon form av incitament. T ex metod för driftsuppföljning, organisera underhåll i fastighetssystem, uppdatera relationshandlingar, driftinstruktioner osv.

- **Intyg att byggnadsdelar överensstämmer med de valda t ex U-värden hos fönster och dörrar.**
- **Intyg att installerad utrustning överensstämmer med vald utrustning med avseende på energieffektivitetsdata på installerad utrustning och installerad motoreffekt på ventilationsfläktar samt mätvärden på elåtgång för fläktar.**
- **Protokoll från kontroll av klimatskärmens täthet.**
- **Protokoll från termografering.**
- **Energiberäkning gjord efter relationshandlingarna.**
- **Energirelaterad bruksanvisningar (driftpersonal och brukare).**
- **Planering av mätarnas avläsningsintervall.**
- **Plan för långsiktig uppföljning.**

5 Sammanfattning av byggherrens handledning för att formulera krav på energi och inneklimat.



Figur 5.1 Byggherrens handledning

Det är inte helt självklart att ta sig ett an att energioptimera en ny byggnad men med ett strukturerat sätt tänker igenom sina krav och förväntar sig och ger projektörerna tydliga instruktioner på vad de ska undersöka så är det ingen omöjlighet. Vi har lyft fram de delar i ett hus som påverkar energianvändningen utan att glömma deras effekter på inneklimatet. Delarna kan grupperas på olika nivåer:

Byggnaden – installationssystem/byggnadstekniklösningar – komponent/byggdel – brukarna

Byggherren svarar på frågor eller påståenden i ett webbaserat formulär. Det tar upp alla delar i en byggnad som påverkar energianvändningen och försöker så långt det går att klassificera dessa efter energianvändning. Då inmatning är avklarad **genereras ett skriftligt och digitalt protokoll** som utgör själva kravspecifikationen och som bifogas övriga programhandlingar.

5.1 Kravspecifikationen är en hjälp för byggherren att

- **Inte glömma bort några delar** av eller system i huset och övrig utrustning som påverkar energianvändningen.
- Få reda på vilka energi- och inneklimatrelaterade **utredningskrav som är rimliga att ställa** på var och en av projektörerna och vilket merarbete det egentligen innebär för dem att göra analyserna.
- Som byggherre kan man hänvisa projektörerna till kapitel i Energihjälpen som konkret visar hur arkitekten, byggnadskonstruktören och installationskonstruktören ska **genomföra** energibesparande åtgärder. Här beskrivs också några av de **beräkningshjälpmedel** som finns tillgängliga för just dessa uppgifter.
- Det kommer också att **underlätta kommunikationen** av energi och inneklimatfrågor av alla inblandande i nybyggnadsprojektet **och risken minskar** att energirelaterad information förloras eller att någon fråga glöms bort helt och hållet.

5.2 Upplägg på Kapitel 4 Byggherrens handledningen...

För att lätt hitta i handledningen så följer den indataformulärets flikindelning och layout där respektive fråga återges som nedan.

Verksamhet och uppvärmd yta

Verksamhetstyp enl BBR den aktuella zonen 	<input type="text"/>
Uppvärmd yta, BRA(t) 	<input type="text" value="1000"/> m2
Ange antalet lägenheter för bostadshus	<input type="text" value="10"/> st

Figur 5.2 Exempel på indataformulär i Energilotsen

Till frågorna finns informationsrutor som innehåller kort fakta och konsekvenser av de beslut som kan fattas. Resten av texten i handledning är mer grundläggande förklaringar till hur olika system, komponenter eller byggnadsdelar påverkar energianvändning eller inneklimat.



Dessa rutor innehåller den primära informationen.

5.3 Sammanfattning av inmatningsformuläret upplägg



Byggherrens ställningstaganden är organiserade under följande rubriker eller flikar i det webbaserade indataformuläret:

1. Projektinformation:

Administrativa uppgifter som byggnadens verksamhet, projektdeltagare, kontaktuppgifter. Här anges också byggherrens önskemål om kravnivå på energianvändning och inneklimat. Beskriver byggnadens geometri såsom höjd, antal våningar, antal lägenheter eller rumstyper, storlek och zoner.

2. Tomtförutsättningar

Yttre faktorer som påverkar byggnadens energianvändning som vindutsatthet, tillgång till sol, tillgängliga energislag och relevanta planbestämmelser.

3. Inneklimat, aktivitet och brukare

Byggnadens förväntade användning som inomhustemperatur under sommaren och under vintern. Brukarnas förväntade varmvattenanvändning, vädringsfrekvens och persontäthet.

4. Klimatskal och stomme

Klimatskalets generella energiklass och vilka kontroller som ska genomföras, speciella krav på klimatskalets utformning, rumshöjd, husform och solskydd. På detaljnivå kan U-värden anges, lufttäthetskrav, köldbryggor och stommens värmelagringsförmåga anges.

5. Värmesystem

Värmesystemets generella energiklass. Värmekällor och dess eventuella driftegenskaper. Energiklass på distributionssystemet och eventuellt detaljerade krav på rördragning, pumpar och rörisolering. Rumsvärmare och styr- och reglersystem.

6. Komfortkylsystem

Komfortkylsystemets generella energiklass och krav på minimering av kyleffektbehovet. Eventuella krav på solskydd, kylkälla, typ av distributionssystem och dess energiklass, rumsystem och styr- och reglersystem.

7. Ventilationssystem

Ventilationssystemets generella energiklass. Typ av ventilationssystem, utformning av system, återvinning, ventilationsflöde, forceringsmöjlighet, fläktars eleffektivitet, energiklass på kanalisolering och kanaltäthet

8. Tappvarmvattensystem

Tappvarmvattensystemets generella energiklass. Värmekällor för varmvattenberedning, system för att minska varmvattenanvändningen, utformning av distributionssystemet, mätsystem, eleffektivitet hos cirkulationspump, handdukstork etc.

9. Elutrustning

Elutrustningens generella energiklass och klass på alla elkrävande apparater inomhus

5.4 Generell klassning av system och komponenter



Klassificering av energianvändnings vars definition återkommer genom hela kravspecifikationen

Hållbar utveckling

Med hållbar utveckling menas att den senaste och bästa tekniken ska användas. Byggherren anger vilken teknik som kan tillåtas användas, till exempel om den kan vara helt obeprövad eller svår att få tag i. Denna klass skiljer sig från de andra två genom att den inte är lika enkel att inkludera i den vanliga byggprocessen. Den kommer att kräva mer arbete att leta upp senaste teknik, den kräver mer energiberäkningar och extra energisamordning.

Lägsta totala årskostnad, LCC

I lägsta totala årskostnaden inbegrips åtgärdens merkostnad, energibesparing, energipris, energiprisutveckling, underhållsmerkostnad, kalkylränta och livslängd. Lönsamhetsbedömningen för energibesparande åtgärder ska ske med en lönsamhetsmetod som tar hänsyn till alla dessa parametrar. Den enklaste pay-off-metoden är inte lämplig för investeringsbedömning av byggnadsdelar med lång teknisk livslängd, den tar inte hänsyn till energibesparingar och kostnadsbesparingar efter återbetalningstiden.

Att välja denna klass är detsamma som att projektörerna får i uppgift att energiberäkna och bedöma merkostnaden för alternativ till den primära systemlösningen, detaljutformningen eller den komponent som de först tycker är lämplig. Projektörerna tar därmed fram ett underlag till byggherren som fattar det avgörande beslutet efter lönsamhetsbedömning. De alternativa tekniska lösningarna och byggmetoderna bör fortfarande vara konventionella och behärskas av majoriteten av projektörer och entreprenörer.

Lägsta investeringskostnad

Om ambitioner är att byggnaden ska vara billig att bygga (observera att det inte är detsamma som billig i drift) kommer den med arbetssätt enligt Energilotsen att uppfylla Boverkets krav på energihushållning myndigheters krav på inneklimat. Därmed kan malörer med hus som inte ens uppfyller kraven på god energihushållning undvikas. Arbete enligt denna metod innebär ju att projektörerna ska göra kontrollberäkningar av både energianvändning och inneklimat innan bygghandlingarna är klara. Denna klass innebär också att det finns en i de flesta fall lönsam energibesparingspotential som inte utnyttjas.

5.5 Ibland kan krav vara motstridiga och kräva prioritering!

Olika kriterier kan ge lösningar som råkar i konflikt. Främst gäller detta värmesystem och komfortkylsystem. Brukarna av huset kan betrakta hög inomhustemperatur som bra inneklimat medan det fördyrar värmesystemet vars storlek anpassas efter behov. Dessutom ökar energianvändningen och därmed driftkostnaden.

Om valet står mellan två tekniska lösningar som motverkar varandra vad gäller de övergripande kraven på energianvändning och inneklimat är det byggherren som avgör hur lösningarna ska prioriteras. Förslagsvis kan någon av de nedanstående faktorerna prioriteras om konflikt skulle uppstå.

- Låg investeringskostnad
- Estetiskt goda lösningar (exteriör och interiör)

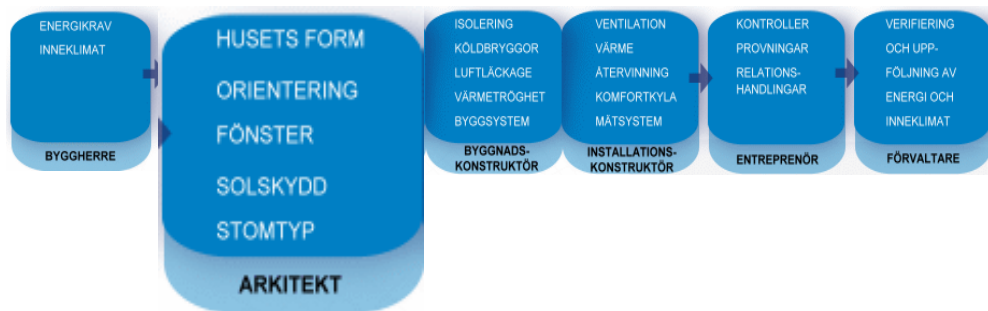
- God samordning av utrymmen
- Robusthet
- Överskådlighet för både brukare och för förvaltningspersonal.
- Beprövad teknik
- Flexibilitet
- Enkel produktion
- Miljöriktiga lösningar
- Underhållsvänlig.
- Driftsäkerhet

I slutet av varje delområde kan kraven kommenteras så att de kommer med i kravspecifikationen.

5.6 Handledning för byggherren i Energilotsen

Byggherren har inom energilotsen ansvarat för att sätta upp de krav och önskemål som kommer att styra hela projekteringen. I den fullständiga handledningen, som presenteras på www.energilotsen.nu, ges stöd till byggherren i att utforma en kravspecifikation. Handledningen ger handgripliga råd för vilka konsekvenser olika val får. Där ges även kortare teorigenomgångar inom områden så som livscykelkostnads kalkylering, utformning av klimatskärms- och värmesystem, inneklimat och mycket mer. Förutom teori ges där även en utförlig beskrivning av hur kravformuläret på energilotsens hemsida ska fyllas i.

6 Sammanfattad handledning för arkitektens energi- och inneklimatanalyser



Figur 6.1 Arkitektens handledning

6.1 Läsanvisning

Detta kapitel vänder sig till de arkitekter som vill göra energi- och inneklimatanalyser i ett nybyggnadsprojekt. Antingen gör man det på byggherrens uppmaning eller på eget initiativ i projekt som inte är kopplade till Energilotsen. I Energilotsens kravformulär för byggherren finns färdigformulerade uppdrag för arkitektens energi- och inneklimatundersökningar och kapitlet är utformat efter dessa. Kravspecifikation för energi och inneklimat ska du ha fått av byggherren eller projektledaren och den ska finnas tillgänglig både digitalt och på papper.

Kapitlet har som huvudsyfte att beskriva de **undersökningar** som byggherren förväntar sig av arkitekten och som påverkar energianvändning och inneklimat och att beskriva **beräkningsmetoder** och **verktyg** som kan användas.

6.2 Arkitekten – energi och inneklimat

Arkitektens primära energiuppdrag är att utforma byggnaden så att energiförlusterna genom klimatskalet minimeras. De viktigaste parametrarna som arkitekten ska ta i övervägande är

- Fönsterstorlek och orientering
- Solavskärmning
- Energitekniska egenskaper hos fönster (värme eller solskydd)
- Stommens värmetröghet och den termiska tillgängligheten (akustikplattor, heltäckningsmattor etc)
- Planering av utrymme om konstruktören vill öka väggtyjckleken
- Byggnadens form (villa, radhus, flervåningshus, stor och låg)

Naturligtvis kommer det att bli nödvändigt att kompromissa - arkitekten är ju den som står för det konstnärliga och estetiska värdet och ansvarar för att verksamheten kommer att fungera. Men det finns mycket att vinna på att överväga olika alternativ och om arkitekten tvekar kanske energikraven vara det kriterium som faller avvägandet.

Ett energieffektivt klimatskal för med sig flera goda effekter. Yttertemperaturerna på insidan hos väggar, tak och golv blir högre och ökar operativa temperaturen och golvyttertemperatur. Därigenom kan lufttemperaturen hållas någon grad lägre vilket i sin tur gynnar låg

energianvändning. Även klimatskalets påverkan på det termiska inomhusklimatet kan undersökas av arkitekten och då är följande undersökningar mest relevanta:

- Kallras vid fönster och glasytor
- Operativ temperatur (upplevd temperatur) vintertid
- Övertemperatur sommartid

Det är möjligt att räkna på energi- och inneklimatparametrarna med användarvänliga och tillgängliga datorprogram, ett energiberäkningsprogram har modifierats för att passa arkitektens analyser av klimatskalet. De första arkitektskisserna duger mycket väl som underlag för tidiga undersökningar och det spelar faktiskt inte så stor roll vilken typ av värmekälla som ska väljas eller på vilket sätt huset ska värmas eller ventileras. Energinbehovet som arkitekten räknar fram i detta tidiga skede kommer förmodligen inte att överensstämma med den färdiga byggnaden. Noggrannheten kan slå på $\pm 30\%$, men det viktiga i detta tidiga skede är *inte prognostisera den absoluta energianvändningen utan att ta fram skillnaden i energianvändning mellan olika utformningar av klimatskalet.*

6.3 Arkitektens eventuella energi- och inneklimatuppdrag från byggherren

Under punkt **4 Klimatskal och stomme** i kravspecifikationen (se kap. 5.3) kan byggherren ha dokumenterat att arkitekten ska reda ut energianvändning för uppvärmning och effekter på inneklimatet på grund av:

- Fönsterstorlek.
- Husform och rumshöjd
- Stomtyp

Under punkt **6 Komforkylsystem** i kravspecifikationen kan finnas uppdrag att arkitekten ska:

- Minimera kylbehovet med passiva metoder.
- Undersöka stomtyp och effekter på inneklimatet sommartid

6.3.1 Arkitektens beräkningsresultat ska jämföras med

Resultaten av beräkningar av inneklimatet ska jämföras med de inneklimatklasser som byggherren har som ambition att uppfylla och som uttrycks under punkt **1 Projektinformation** under övergripande klassning med specificering av nivåer under **3 Inneklimat, aktivitet och brukare**. Båda punkterna presenteras mer ingående i Avsnitt 5.3.

Inneklimatklass vintertid

Inneklimatklass vintertid anges i A, B eller C, där A är den klass där flest brukare förmodas att vara nöjda. Byggherren har specificerat lägsta temperatur på rumsluften under **3 Inneklimat, aktivitet och brukare** och den operativa temperaturen i inneklimatklass A får inte understiga 21°C i vistelsezonen, i inneklimatklass B inte understiga 20°C och i inneklimatklass C (normkrav) får den inte understiga 18°C i vistelsezonen vintertid, se tabellen nedan. Lufthastigheten får inte i någon klass överstiga 0.15 m/s vintertid. Märk också att det finns krav på golvtemperaturen som varken får bli för hög eller för låg.

Tabell 6.1 Godtagbara värden för termiska klimatfaktorer vintertid enligt ISO 7730.

Inneklimatfaktor	Inneklimatklasser		
	A eller TQ1	B eller TQ2	C eller TQ3
Operativ temperatur (°C)	21 - 23	20 - 24	18 - 26
Lufthastighet vintertid	< 0.15	< 0.15	< 0.15
Golvtemperatur (°C)	22 - 26	19 - 26	16 - 32
Vertikal temperaturdifferens	< 2.5	< 3.0	< 3.0
Strålningstemp asymmetri (°C)			
- mot varmt tak	< 4	< 5	< 7
- mot fönster	< 8	< 10	< 12

Inneklimatklass sommartid

Inneklimatklass sommartid anges också i A, B eller C, där A är den klass där flest brukare förmodas vara nöjda. Klassificering kompletteras med den högsta innetemperatur som accepteras och dess eventuella varaktighetstid från **3 Inneklimat, aktivitet och brukare**. Om krav finns så är de uttryckta som:

- En högsta inomhustemperatur som inte får inte överskridas. Kravet är tufft och konsekvensen kan bli ett onödigt stort och dyrt komfortkylsystemet och dyr drift!
- P25-kravet som betyder att under en normal julimånad får inomhustemperaturen inte överskrida 25°C mer än 10 % av arbetstiden, dvs ca 17 arbetstimmar. Kravet kan modifieras med annan temperatur, annan period t ex måndag till fredag under hela året eller under vissa månader.

Energi

Energiklass som anges som antingen hållbar utveckling, lägsta årskostnad eller normkrav. Det vara svårt att hitta något att jämföra med eftersom energiberäkningarna i detta tidiga skede har dålig träffsäkerhet på absolutnivå. Men som sagt arkitekten använder dem istället för att jämföra olika utformningar av klimatskalet.

6.4 Arkitektens beräkningsverktyg för energi och inneklimat

Arkitekten behöver åtminstone fyra verktyg för analyserna av energianvändning och inneklimat i ett tidigt skede.

1. Energianvändning kan beräknas med hjälp av

- VIPWEB som är ett energiberäkningsprogram anpassat för de energianalyser som arkitekten behöver göra. En generell beskrivning av programmet finns i avsnitt 5.5.
- Det finns andra energiberäkningsprogram som t ex VIP+, BV2Arc, BV2, Enorm etc som dock inte beskrivs här.

2. Beräkning av inomhustemperatur sommartid

Det termiska klimatet i ett rum påverkas av såväl byggnadstekniska som installationstekniska faktorer samt solinstrålning och den interna värmelasten. De är svåra att räkna för hand men det finns användarvänliga beräkningsprogram som ger ett förhållandevis noggrant resultat. I denna handledning visas några exempel:

- Proclim
- Teknosim
- ParaSol

3. Beräkning av operativa temperaturen vintertid.

- Med samma datorprogram ovan (Proclim, Teknosim eller Parasol)

4. Beräkning av kallras vid glasytor

- a) För hand
- b) Med diagram för strålningsdrag

6.4.1 Generell beskrivning av VIPWEB för beräkning av energianvändning

Det behöver inte vara komplicerat att göra energiberäkningar för ett hus och man behöver varken vara dator- eller energispecialist för att klara det. Inom projektet Energilotsen har ett energiberäkningsprogram tagits fram för arkitekter som endast kräver information om klimatskalets ytor och energiklass på U_{korrr} -värde, inte installationstekniska system osv. Beräkningsprogrammet som är kopplat till Energilotsen heter VIPWEB och finns på www.energilotsen.nu under **Arkitekt** och under **Energiberäkningar**. Egentligen är WIPWEB mer komplicerat än vad det vid första anblicken ger intryck av, men det är bara ett skal till ett mer avancerat beräkningsprogram VIP+.

En byggnads energibehov kan beräknas med olika noggrannhet, dvs där svaret från beräkningarna hamnar olika långt från den verkliga energianvändningen byggnaden. I det tidiga skede i byggprocessen som arkitekten befinner sig i då energibehovet kan påverkas är det inte nödvändigt att resultaten från beräkningen hamnar väldigt nära det verkliga. Det viktigaste för arkitekten är att räkna ut skillnaden mellan olika alternativa utformningar av klimatskalet.

Arkitektens viktigaste uppgift ur energisynpunkt är att minimera energiförlusterna genom klimatskalet och att anpassa det så att maximalt med solenergi kan tas tillvara dock utan att skapa övertemperaturer på sommaren. många faktorer som påverkar energiförlusterna men de som är viktigast för arkitekten är

- Fasadväggarnas storlek och isoleringsförmåga
- Fönsters storlek och isoleringsförmåga
- Grundens storlek och isoleringsförmåga
- Takets storlek och isoleringsförmåga

Isoleringsförmåga uttrycks i ett U_{korrr} -värde som är ett sammansatt värmeledningstal korrigerat för köldbryggor i form av fästansordningar, eventuella springor och spalter samt för fukt och blåst. Det motsvaras i princip det som tidigare kallades U_p -värdet, det praktiska U -värdet. Ju lägre ett U -värde är desto mer värmeisolerande är byggnadsdelen. Observera skillnaden mellan U_{korrr} - och U_{just} -värde. U_{just} är ett korrigerat U_{korrr} som endast används för kontroller mot BBRs energihushållningsregler.

I det tidiga skede som arkitekten befinner sig i är det svårt att veta U_{korrr} -värdena för klimatskalets delar. Men här kommer **Byggherrens kravspecifikation för energi och inneklimat** till pass. När byggherren sparar den genereras en indatafil till energiberäkningsprogrammet VIPWEB. Om till exempel byggherren har ställt som energikrav att huset ska uppfylla normen men inte mer så har väggarna automatiskt i det avancerade beräkningsprogrammet getts U_{korrr} -värden som motsvarar normkraven. I filen finns också automatiskt genererad indata i form av ventilationsflöden, luftläckage, värmeåtervinning, brukarbeteende etc.

Energibehovet beror också på var huset är beläget, tomtens solförhållande och vindutsatthet, antalet lägenheter, storleken på huset, inomhustemperatur, stommens värmetröghet, ventilationsflöde, lufttäthet, köldbryggor, värmeåtervinning, varmvattenanvändning, el till hushåll eller till verksamhet och fastighetsel. Dessa behöver inte i heller beskrivas av arkitekten, de finns med i den indatafil som genereras utifrån byggherrens kravspecifikation.

Filen som du får från byggherren heter något som slutar med .vut och utifrån den kan undersökningar av energianvändning göras på uppdrag av byggherren och enligt anvisningar i denna handledning.

6.4.2 Inomhustemperatur beräknad med ProClim



Figur 6.2 ProClim

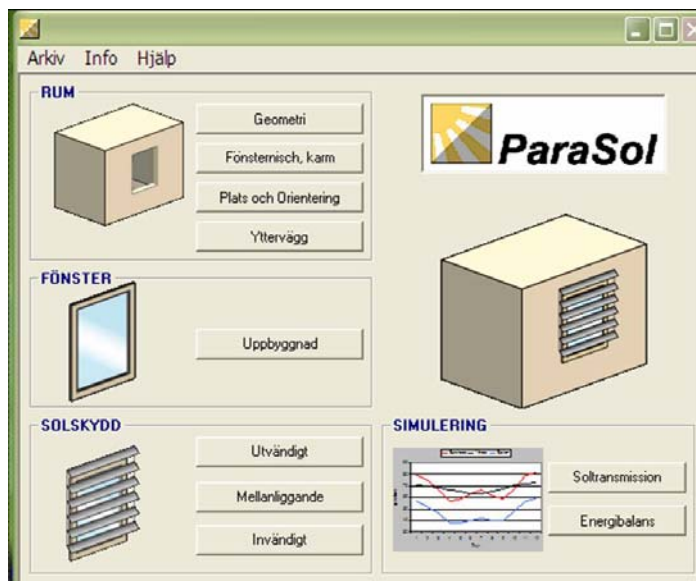
Programmet körs via Internet på www.swegon.se det är gratis men kräver registrering.

Arkitekten använder programmet för att i ett givet rum beräkna lufttemperatur eller operativ temperatur. Beräkningen kan göras i två steg – ett med minimala indata kallad ”den enkla modellen”. Och en med detaljerade indata ”den mer avancerade modellen”. Den enkla modellen räknar temperaturen i ett rum med ett fönster medan den avancerade kan räkna på rum med flera fönster åt olika väderstreck och med flera olika varma ytor.

6.4.3 Inomhustemperatur beräknad med TeknoSim

TeknoSim är ett beräkningsprogram som används för att i ett givet rum beräkna lufttemperatur eller operativ temperatur. Det är snarlikt ProClim men temperaturernas varaktighet redovisas enligt definitionen för P25-kravet eller P27-kravet som är ett vanligt sätt att ange önskade temperaturnivån i rum där behov av komfortkylla kan förväntas. P25-kravet innebär att inomhustemperaturen får lov att överstiga 25 grader under 10 % av arbetstiden under en given månad. P-kraven är inte så tufft som att sätta en temperatur som inte får överstigas, kylsystemen blir rimligt stora.

6.4.4 Inomhustemperatur beräknade med ParaSol



Figur 6.3 ParaSol

Programmet ParaSol är utvecklat för konsulter inom solskyddsindustrin men kan också användas av arkitekter och tekniska konsulter under projekteringsfasen för att undersöka olika solskydd.

I programmet kan ett rum med ett fönster modelleras där fönstret och dess solavskärmning kan beskrivas detaljerat. Byggnadskonstruktion beskrivs relativt knapphändigt och att den interna värmelasten beskrivs som ett medelvärde över dygnet relativt. Även beskrivningen av ventilationssystemets funktion som tilluftstemperatur och tilluftsflöde är summarisk. Båda anges med ett medelvärde för dagtid och ett nattetid. Dock sker en differentiering av helg och vardag av både intern värmelast och ventilationens driftegenskaper.

Generaliseringarna kan tyckas vara stora men syftet med programmet är att noggrant beskriva effektiviteten hos olika solskydd. Förslagsvis används programmet under projekteringsprocessen för att jämföra olika solskydd.

6.5 Handledning för arkitekter i Energilotsen

I den kompletta handledningen till Energilotsen beskrivs, förutom ovanstående, ingående hur arkitekten ska jobba med de krav som byggherren ställt upp. Handledningen ger råd till hur utformningen kan förändras för att minska energianvändningen och hur man använder sig av olika beräkningsprogram för att undersöka vilka konsekvenser utformningen får på inneklimatet och energianvändningen. För den fullständiga versionen av handledningen se www.energilotsen.nu.

7 Sammanfattad handledning för byggnadskonstruktörens energi- och inneklimatanalyser



Figur 7.1 Konstruktörens handledning

7.1 Läsanvisning

Detta kapitel vänder sig till byggnadskonstruktörer som ska göra energi- och inneklimatanalyser. I första hand är det utformat så att det ska passa de krav som byggherren har formulerat i Energilotsens kravspecifikation för energi och inneklimat som ska finnas tillgänglig både digitalt och på papper. Men tillämpningen kan också ske på byggnadskonstruktörens eget initiativ i byggprojekt som inte är kopplade till Energilotsen.

Kapitlet har som huvudsyfte att beskriva de **undersökningar** som byggherren förväntar sig av byggnadskonstruktören och som påverkar energianvändning och inneklimat och att beskriva **beräkningsmetoder** och verktyg som kan användas för dessa.

Om arkitekten också har följt Energilotsens kravspecifikation har han gjort energiberäkningar i VIPWEB för att undersöka skillnader i olika fönsterstorlekar, fönsterorientering, solavskärmningar, husformer och stommar med olika värmetröghet. Det beräknade energibehovet kommer förmodligen inte att överensstämja med husets energianvändning i drift eftersom installationerna i detta skede är knapphändigt beskrivna. Arkitektens energiberäkningar har i första hand också gjorts i syfte att jämföra olika alternativ för att minska just energiförlusterna genom klimatskalet.

7.2 Byggnadskonstruktören - energi och inneklimat

Byggnadskonstruktören fortsätter arkitektens arbete med att reducera energiförlusterna genom klimatskalet och ska hitta optimal isoleringsgrad och utforma konstruktionsdetaljer så de blir lufttäta och inte fungerar som köldbryggor. I byggherrens kravspecifikation för energi och inneklimat finns dokumenterat precis vilka undersökningar som byggherren förväntar sig av byggnadskonstruktören, se **4 Klimatskal och stomme**. Utredningarna kan gälla

- Isoleringstjocklek på väggar, tak och grund.
- Isolerförmåga hos fönster
- Reducering av köldbryggor
- Reducering av luftläckage

- Ytterligare utredning av stommens värmetröghet

Energibehovet beräknas med energiberäkningsprogram, just i Energilotsen har VIP+ anpassats till arkitekten med VIPWEB vars indatafil ingenjörerna tar över och gör om till en vanligt VIP+fil. Men metodiken fungerar även om andra energiberäkningsprogram används, tänk dock på att det ska hantera stommens och klimatskalets värmetröghet på ett dynamiskt sätt.

Det spelar faktiskt inte så stor roll vilken typ av värmekälla som ska väljas eller på vilket sätt huset ska värmas när byggnadskonstruktören undersöker olika isolertjocklek. Noggrannheten i energibehov jämfört med det som kan mätas i drift kan slå på $\pm 20\%$ så länge egenskaperna hos de installationstekniska systemen inte är definierade i indata. Viktigast i detta skede är *inte prognostisera den absoluta energianvändningen utan att jämföra energianvändningen mellan olika tekniska lösningar.*

Inneklimatklass vintertid

Ett energieffektivt klimatskal för med sig flera goda effekter. Yttemperaturerna på insidan hos väggar, tak och golv blir högre och ökar operativa temperaturen och golvyttemperatur. Därigenom kan lufttemperaturen hållas någon grad lägre vilket i sin tur gynnar låg energianvändning. Även klimatskalets påverkan på det termiska inomhusklimatet kan ha undersökts av arkitekten och resultaten ska ha jämförts med de inneklimatklasser som byggherren har bestämt sig för. Följande inneklimatfaktorer är relevanta för byggnadskonstruktören att undersöka:

- Kallras vid fönster och glasytor.
- Operativ temperatur (upplevd temperatur) vintertid.
- Övertemperatur sommartid, för beräkningshandledning
- Golvet ytemperatur vid köldbryggor

Faktorerna beräknas för hand eller med datorprogram som beskrivs under respektive beräkningshandledning.

Resultaten av beräkningar av inneklimatet ska jämföras med de inneklimatklasser som byggherren har som ambition att uppfylla och som uttrycks under punkt **1 Projektinformation** under övergripande klassning med specificering av nivåer under **3 Inneklimat, aktivitet och brukare**. Båda punkterna presenteras mer ingående i Avsnitt 5.3. Utformningen av inneklimatklasserna beskrivs för vinter- och sommarfallet i Avsnitt 6.3.1 och Tabell 6.1.

7.3 Nödvändiga beräkningsverktyg för byggnadskonstruktörens undersökningar av energi och inneklimat

Konstruktören behöver följande verktyg för de nödvändiga analyserna av energianvändning och inneklimat.

- 1 Energianvändning** beräknas med energiberäkningsprogram t ex
 - a) VIP+
 - b) Andra vanliga beräkningsprogram är t ex Enorm (dock ej lokaler), BV2 etc. Den principiella skillnaden mellan VIP+ och Enorm är att energibalansen beräknas en gång per dygn jämfört med en gång per timme i VIP+. Dessutom tas inte hänsyn till dynamiska effekter av byggnadens värmetröghet vid energibalanserna varken i Enorm eller BV2.
 - c) Det finns fler energiberäkningsprogram men som är krävande och tidsödande att använda utan att de ger noggrannare resultat t ex IDA Klimat och Energi och DEROB-LTH.

- d) I det följande kommer dock endast att redovisas hur beräkningar utförs med VIP+ eftersom det ansluter till hanteringen av energifrågor enligt Energilotsen där energifrågorna slussas från byggherre via arkitekt till byggnadskonstruktörer.
- 2 Beräkning av U_{korrr} -värde t ex**
- Med isolertillverkares beräkningsprogram som t ex Isover Energi eller PV 4.0
 - Isolertillverkarnas produktblad.
 - I energiberäkningsprogram som VIP+, Enorm och BV2 finns funktioner för U-värdesberäkningar.
- 3 Köldbryggor** beräknas t ex med
- HEAT2
 - GF2
 - Diagram eller tabeller
 - Grov schablonmetod
 - Beräkningsmetodiken redovisas i längre fram detta kapitel.
- 4 Lufttäthet kan inte beräknas, men utförandet kan kontrolleras.**
- 5 Beräkning av inomhustemperatur sommartid**
- Det termiska klimatet i ett rum påverkas av både byggnadstekniska och installationstekniska faktorer. Beräkningarna är alltför komplicerade att utföra för hand men det finns beräkningsprogram som ger förhållandevis noggranna resultat med tanke på hur lätta de är att använda. De som redovisas här är
 - Proclim (utveckling av IDA Klimat och energi)
 - Teknosim (utveckling av BRIS)
 - ParaSol (utveckling av DEROB-LTH)
- 6 Beräkning av operativ temperatur** såväl sommar som vinter.
- Med datorprogram som ovan Proclim, Teknosim eller ParaSol (ej vinter)
 - Med diagram för strålningsdrag
- 7 Beräkning av kallras vid glasytor**
- För hand

7.4 Generell metod för byggnadskonstruktörens energiberäkningar

Det finns tre alternativa sätt för byggnadskonstruktören att göra en modell för energiberäkningar i VIP+. Men oavsett vilken ska **Byggherrens kravspecifikation för energi och inneklimat** finnas tillgänglig eftersom indata och beräkningar bygger på informationen i denna:

- Det enklaste sättet är att ta över arkitektens VIPWEB fil som innehåller information om klimatskalets och stommens ytor samt förslag på energitekniska egenskaper och göra om den till en VIP+fil (sker automatiskt) som kan kompletteras eller modifieras allteftersom byggnadskonstruktörens arbete med värmeisoleringsförmåga, köldbryggor och lufttäthet fortskrider.
- Om inte arkitekten har använt VIPWEB så kan byggnadskonstruktören skapa en själv och göra om den till en VIP+fil (automatiskt). I så fall används och redigeras VIP+ filen från byggherrens kravspecifikation. Detta kräver att byggherren har ett abonnemang för beräkning i Energilotsen samt att man har gjort en beräkning av byggherrespecifikationen.
- Börja från början med att mata in husets geometri och energitekniska egenskaper i själva VIP+ programmet.

7.5 Handledning för konstruktörer i Energilotsen

I den fullständiga versionen av handledningen för konstruktörer i Energilotsen så handleds konstruktören genom de krav som byggherren ställt upp i steg 1. Förutom det som beskrivs ovan så ges detaljerad handledning till hur man tar hänsyn till punkterna som beskrivs i Avsnitt 7.2. Handledningen ger bl.a. råd om hur man kontrollerar köldbryggor, hur man isolerar i enlighet med lägsta årskostnad och mycket mer. För en fullständig version av handledningen, se energilotsens hemsida, www.energilotsen.nu.

8 Sammanfattad handledning för installationskonstruktörens energi- och inneklimatanalyser



Figur 8.1 Installationskonstruktörens handledning

8.1 Läsanvisning

Detta kapitel vänder sig till installationskonstruktörer som ska göra energi- och inneklimatanalyser. I första hand är det skrivet för att passa de krav som byggherren har formulerat i Energilotsens kravspecifikation för energi och inneklimat som ska finnas tillgänglig både digitalt och på papper. Analyserna kan också ske på installationskonstruktörens eget initiativ i byggprojekt som inte är kopplade till Energilotsen.

Kapitlet har som huvudsyfte att beskriva de **undersökningar** som byggherren förväntar sig av installationskonstruktören och som påverkar energianvändning och inneklimat och att beskriva **beräkningsmetoder** och verktyg som kan användas för dessa.

8.2 Installationskonstruktören - energi och inneklimat

I byggherrens kravspecifikation för energi och inneklimat finns dokumenterat vilka undersökningar som byggherren förväntar sig av installationskonstruktören. De utredningar som är aktuella finns under punkt **5 Ventilationssystem**, **6 Värmesystem**, **7 Komfortkylsystem**, **8 Tappvarmvattensystem** och **9 Elutrustning och apparater** i kravspecifikationen. Utredningarna kan gälla att analysera energianvändning för uppvärmning, effekter på inneklimatet samt kostnadseffekter.

I ventilationssystemet kan följande undersökas:

- Vilken typ av ventilationssystem ska väljas?
- Om det ska vara centralt utformat eller med en fläkt/aggregat i varje lägenhet.
- Vilken typ av återvinning som ska väljas och hur effektiv ska den vara?
- Om ventilationsflödet ska kunna forceras
- Hur stort ventilationsflödet ska vara.
- Hur ventilationsflöde ska styras och regleras?
- Om ett driftschema för ventilationen kan upprättas
- Hur hög tilluftstemperaturen ska vara?
- Fläktens SFP som är ett mått på fläkten eleffektivitet

- Val av aggregat eller fläkt med kriteriet låg LCC-energi.
- Hur täta kanalernas ska vara?
- Hur tjockt kanalerna ska isoleras.

I värmesystemet kan följande undersökas:

- Vilken typ av basvärmekälla/or ska användas?
- Vilken typ av tillsatsvärmekälla ska användas?
- Egenskaper hos en eventuell värmepump.
- Hur ska rummen värmas?
- Hur mycket ska värmerören isoleras?
- Var ska rören placeras för att minimera värmeförlusterna?
- Hur eleffektiva ska cirkulationspumparna vara?
- Funktioner hos styr- och reglersystemet.
- Var ska temperaturgivarna placeras?
- Individuell mätning och debitering av värmeanvändningen?

I ett eventuellt komfortkylsystem kan följande undersökas:

- Om en utredning ska göras för minska kylbehovet.
- Vilka egenskaper ett eventuellt solskyddsglas ska ha.
- Vilka egenskaper ett eventuellt inre eller mellanliggande solskydd ska ha.
- Egenskaper på ett eventuellt yttre solskydd
- Hur solskyddet ska regleras
- Vilken typ av kylkälla som ska väljas.
- Egenskaper hos en eventuell kylmaskin
- Hur rummen ska kylas.
- Hur kylningen ska styras och regleras.
- Om energin för komfortkyla ska mätas separat.

I tappvarmvattensystemet kan följande undersökas:

- Vilken/a typ av basvärmekälla/or som ska användas för varmvattenberedning
- Och eventuellt vilken tillsatsvärmekälla den ska kompletteras med
- Om värmen i spillvattnet ska återvinnas
- Om vattenflödet ska begränsas med snålspolande armaturer, sk flödesbegränsare
- Om varmvattnet ska mätas och debiteras individuell
- Om varmvattenanvändningen ska mätas kollektivt för att få noggrann driftstatistik
- Isolering och placering av distributions- och cirkulationsrören
- Cirkulationspumparnas eleffektivitet
- Hur lång väntetiden ska vara på varmvattnet
- Om handdukstorkarna ska vara anslutna till varmvattencirkulation

För elutrustning kan följande undersökas:

- Hur eleffektiva vitvaror i kök ska vara.
- Hur eleffektiva vitvaror i tvättstugan ska vara.
- Om komfortelvärm i badrum ska finnas och i fall vilken klass.
- Om elhanddukstorkar ska finnas och i så fall vilken klass.
- Hur eleffektiv gemensam belysning i bostäder ska vara.
- Hur eleffektiva belysning i lokaler ska vara.
- Hur effektiva elapparater i lokaler ska vara.
- Om energin ska mätas till elkrävande apparater, fläktar, pumpar
- Hur eleffektiva hissar som ska användas
- Hur eleffektiva elvärmare ej för huvudsaklig uppvärmning
- Hur eleffektiva motorvärmare ska vara.
- Hur eleffektiv utomhusbelysning ska vara.

- Hur eleffektiva yttre elvärmare ska vara.

Energibehovet beräknas med energiberäkningsprogram, just i Energilotsen har VIP+ anpassats för både arkitektens och ingenjörernas beräkningar. Men metodiken fungerar även om andra energiberäkningsprogram används, tänk dock på att det ska hantera stommens och klimatskalets värmetröghet på ett dynamiskt sätt.

Arkitekten och byggnadskonstruktören ska om de följt Energilotsen använt VIPWEB för energiberäkningar för att undersöka skillnader i olika fönsterstorlekar, fönsterorientering, solavskärmningar, husformer och stommar med olika värmetröghet. Det beräknade energibehovet överensstämmer förmodligen inte husets energianvändning i drift eftersom installationerna i detta skede är knapphändigt beskrivna. Byggnadskonstruktören har fortsatt med att ta fram U_{kor} -värde, reducerat köldbryggor och luftläckage. I byggherrens kravspecifikation för energi och inneklimat finns dokumenterat vilka undersökningar som byggherren förväntar sig av installationskonstruktören. Undersökningarna gäller systemen för värme, ventilation, tappvarmvatten och ett eventuellt komfortkylsystem. Kraven på elutrustning tar elprojektören hand om.

För arkitektens och byggnadskonstruktörens energiberäkningar har det inte spelat så stor roll vilken typ av värmekälla eller det sätt som huset skulle värmas. I de tidigare beräkningarna var inte det viktiga att *inte prognostisera den absoluta energianvändningen utan att ta fram skillnaden mellan olika lösningar*. Nu är det dock dags att försöka beräkna energibehovet med en träffsäkerhet på i alla fall $\pm 10\%$ eftersom installationerna ska modelleras som beskriver hur mycket energi som behöver köpas för att ersätta värmeförlusterna genom klimatskalet. Vissa indata till energiberäkningarna har också varit preliminära och ska nu skattas med större noggrannhet.

Inneklimat

Följande inneklimatfaktorer är relevanta för installationskonstruktören att undersöka:

- Kallras vid fönster och glasytor, för beräkningshandledning se 7.?
- Operativ temperatur (upplevd temperatur) vintertid, för beräkningshandledning se 6.?
- Övertemperatur sommartid, för beräkningshandledning se 6.?

Faktorerna beräknas för hand eller med datorprogram som beskrivs under respektive beräkningshandledning.

Resultaten av beräkningar av inneklimatet ska jämföras med de inneklimatklasser som byggherren har som ambition att uppfylla och som uttrycks under punkt **1 Projektinformation** under övergripande klassning med specificering av nivåer under **3 Inneklimat, aktivitet och brukare**. Båda punkterna presenteras mer ingående i Avsnitt 5.3. Utformningen av inneklimatklasserna beskrivs för vinter- och sommarfallet i Avsnitt 6.3.1 och Tabell 6.1.

8.3 Nödvändiga beräkningsverktyg för installationskonstruktörens undersökningar av energi och inneklimat

Installationskonstruktören behöver följande verktyg för de mest nödvändiga analyserna av energianvändning och inneklimat.

- 1 Energianvändning** kan beräknas med beräkningsprogram i dator, t ex:
 - a) VIP+
 - b) Andra vanliga beräkningsprogram är t ex Enorm (dock ej lokaler), BV2 etc. Den principiella skillnaden mellan VIP+ och Enorm är att energibalansen beräknas en

gång per dygn jämfört med en gång per timme i VIP+. Dessutom tas inte hänsyn till dynamiska effekter av byggnadens värmetröghet vid energibalanserna varken i Enorm eller BV2.

- c) Det finns fler energiberäkningsprogram men som är mer krävande och tidsödande t ex IDA Klimat och Energi och DEROB-LTH.
 - d) I det följande redovisas dock endast beräkningar med VIP+ eftersom det anknyter till hanteringen av energifrågor enligt Energilotsen där energifrågorna slussas från byggherre via arkitekt till konstruktörer.
- 2 Beräkning av energianvändning och teknisk isolering med t ex**
- a) Med Isolertillverkares beräkningsprogram som t ex IsoDim från Isover eller TekniBer från Paroc.
- 3 Beräkning av inomhustemperatur sommartid**
- a) Det termiska klimatet i ett rum påverkas av många faktorer – byggnadstekniska som installationstekniska och beräknas med:
 - b) Proclim (utveckling av IDA Klimat och energi)
 - c) Teknosim (utveckling av BRIS)
 - d) ParaSol (utveckling av DEROB-LTH)
- 4 Beräkning av operativ temperatur sommar och vinter.**
- a) Med datorprogram som ovan Proclim, Teknosim eller ParaSol (ej vinter)
 - b) Med diagram för strålningsdrag
- 5 Beräkning av kallras vid glasytor**
- a) För hand

8.4 Metod för installationskonstruktörens energiberäkning

Det finns tre alternativa sätt för byggnadskonstruktören att skapa en modell för energiberäkningar till VIP+. **Byggherrens kravspecifikation för energi och inneklimat** finnas tillgänglig eftersom både indata och beräkningar bygger på information från denna:

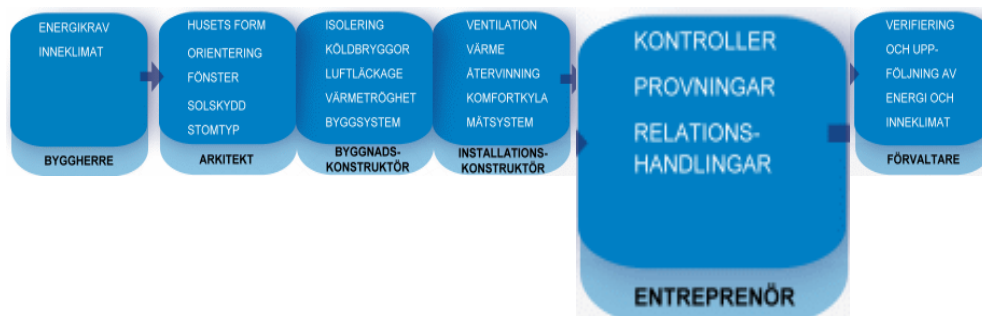
1. Enklaste är om byggnadskonstruktören gjort energiberäkningar enligt Energilotsens anvisningar i VIP+. Indatafilen som finns innehåller i så fall följande uppgifter om huset och klimatskalet
 - Klimatort
 - Vindutsatthet
 - Solförhållande
 - Husets orientering
 - Antal lägenheter om bostäder
 - Uppvärmad yta (m²)
 - Byggnadsvolym (m³)
 - Fasadväggar åt S, V, Ö och N med $U_{\text{kor}}\text{-värde (W/m}^2\text{,K)}$, täthetsfaktor (1/s,m² vid 50 Pa) och storlek (m²)
 - Fönster åt S, V, Ö och N med $U_{\text{kor}}\text{-värde (W/m}^2\text{,K)}$, täthetsfaktor (1/s,m² vid 50 Pa) och storlek (m²)
 - Dörrar åt S, V, Ö och N med $U_{\text{kor}}\text{-värde (W/m}^2\text{,K)}$, täthetsfaktor (1/s,m² vid 50 Pa) och storlek (m²)
 - Beräknade geometriska köldbryggor åt S, V, Ö och N (W/K)
 - Mellanväggars värmetröghet och storlek
 - Bjälklags värmetröghet och storlek
 - Preliminär användning av el i hushåll eller lokalers verksamhet
 - Preliminär användning på personvärmestillskott
 - Preliminär användning av varmvatten

4. Det näst enklaste sättet är skapa en indatafil till VIP+ är att ta över arkitektens VIPWEB fil som innehåller information om klimatskalets och stommens ytor samt förslag på energitekniska egenskaper och göra om den till en VIP+fil (sker automatiskt). Den automatiskt skapade VIPWEB-filen kan automatiskt göras om till en VIP+fil som kan kompletteras eller modifieras allteftersom byggnadskonstruktörens arbete med värmeisoleringsförmåga och lufttäthet fortskrider.
5. Om inte arkitekten har använt VIPWEB så skapa själv en motsvarande VIPWEB-fil och gör sedan om den till en VIP+fil (automatiskt).
6. Jämfört med att börja med VIPWEB är det mest arbetsamt alternativet att börja från början med att mata in husets geometri och energitekniska egenskaper i VIP+programmet.

8.5 Handledning för installationskonstruktörer i Energilotsen

I den fullständiga versionen av handledningen för Energilotsen guidas installationskonstruktören genom de krav som satts upp av byggherren. Förutom ovanstående ges vägledning i hur byggherrens krav möts på bästa sätt. Det kan vara råd som hur man kan utforma system för individuell mätning, hur uppvärmningssystemet påverkar energianvändningen samt hur man studerar inomhusklimatet. Alla råd är kopplade till kravspecifikationen som byggherren upprättade i steg 1.

9 Handledning för entreprenörens kontroller och provningar



Figur 9.1 Entreprenörens handledning

9.1 Läsanvisning

Detta kapitel vänder sig till entreprenören som ska göra energi- och inneklimatundersökningar. I första hand är det skrivet för att passa de krav som byggherren har formulerat i Energilotsens kravspecifikation för energi och inneklimat som ska finnas tillgänglig både digitalt och på papper. Undersökningarna kan också ske på eget initiativ i byggprojekt som inte är kopplade till Energilotsen.

Kapitlet har som huvudsyfte att beskriva de **undersökningar** som byggherren förväntar sig av installationskonstruktören och som påverkar energianvändning och inneklimat och att beskriva **beräkningsmetoder** och verktyg som kan användas för dessa.

Entreprenören har en lika viktig roll för att huset ska bli energieffektivt som alla andra i byggprocessen genom att se till att bygghandlingarna verkligen följs. Om någon del eller något material måste bytas får det ske under förutsättning att de energitekniska egenskaperna inte försämras. Med information och kontroller under byggtiden ökar chansen väsentligt att energitekniska lösningar utförs på rätt sätt. I informationen bör inkluderas varför utförandet är viktigt och vad den betyder kvantitativt i kr i ökad driftskostnad. Någon form av garantiåtagande ska skapas så att de uppställda målen för energi- och inneklimat kommer att uppnås. I kvalitetsplanen regleras vem som ska utföra kontrollerna och när.

Entreprenören ska ha kontroll på att bygghandlingarna följs med avseende på följande energirelaterade parametrar, dvs utöver andra funktionskontroller som t ex den obligatoriska ventilationskontrollen). Byggherren detaljredovisar i kravspecifikationen vad som ska mätas och kontrolleras.

- Informera på byggarbetsplatsen om vikten av gott utförande som t ex funktionen hos vindskydd, att isoleringen fyller ut facken, håltagning för eldosor sker på rätt sätt, att anslutningar och genomföringar utförs på rätt sätt.
- Kontroll av utförandet av detaljer vad gäller lufttätthet och köldbryggor.
- Utför tryckprovning för att kontrollera klimatskärmens täthet.
- Utför termografering för att kontrollera täthet och köldbryggor.
- Kontrollera att rätt apparater installeras.
- Inget byte av material eller komponenter ska ske före kontroll så att inte de energitekniska egenskaperna blir sämre än planerat.

9.2 Undersökningar utförda under projekteringen

Byggherre och projektörer – arkitekter och ingenjörer har lagt ner mycket arbete på att undersöka olika systemlösningar med avseende på att minska energianvändning och att inneklimatet både vinter och sommar ska bli bra och motsvara byggherrens ambition.

Detta har arkitekten undersökt

- Byggnadens form (villa, radhus, flervåningshus, stor och låg)
- Byggnadens orientering
- Energitekniska egenskaper hos fönster
- Fönsters placering
- Fönsters orientering
- Fönsters storlek
- Solavskärmning
- Möjligheter till nattkyla genom att utnyttja stommens värmetröghet
- Stommens värmetröghet och den termiska tillgängligheten (beklädnader)
- Planerat utrymme om konstruktören vill öka vägg tjockleken

Detta har byggnadskonstruktören undersökt

- U_{korrr} -värden hos väggar, tak och grund
- U_{korrr} -värden hos fönster och dörrar
- Lufttätning av anslutningar
- Geometriska köldbryggor vid bjälklagskanter
- Geometriska köldbryggor vid kanter på bärande väggar
- Geometriska köldbryggor i hörn
- Köldbryggor i balkonger
- Geometriska köldbryggor vid fönster och dörrar
- Stommens och stomkompletteringens värmetröghet

Detta har installationskonstruktören undersökt

- Typ av ventilationssystem, värmesystem, komfortkylsystem.
- Utformning av ventilations-, värme-, tappvatten- och komfortkylsystem.
- Distributionssätt, komponenter och rumsystem.
- Energikällor för värmning och varmvattenberedning.
- Styr- och reglersystem för anpassning av temperatur och luftflöden.
- Hur installationssystem och stommen kan samverka för att minska energianvändning för värme och kyla
- System för individuell mätning och debitering av värme och varmvatten
- Placering av egna mätare för kontroll av funktionen
- System för belysning och styrning
- Elkrävande apparater för fastighetsdrift
- Elkrävande apparater för verksamheten

9.3 Entreprenörens uppdrag från byggherren

I byggherrens kravspecifikation för energi och inneklimat finns dokumenterat precis vilka undersökningar som byggherren förväntar sig av entreprenörerna. Aktuella utredningar finns dokumenterade under punkt **4 Klimatskal och stomme**,

Byggherren kan ha uttryckt att vissa byggnadstekniska kontroller ska utföras under produktionen eller efter färdigställandet.

Klimatskalets energitekniska egenskaper kan kontrolleras med tryckprovning och termografering som kan bekräfta att byggnaden är utförd enligt bygghandlingarna, i alla fall vad gäller lufttätethet och eliminerade köldbryggor. Kontrollerna är beprövade men har endast utförts i begränsad omfattning under senare år. För 15 år sedan användes de dock frekvent och bidrog till inblandade under byggskedet motiverades att anstränga sig lite extra att bygga noggrant.

9.4 Lufttätetheten och köldbryggor kan kontrolleras med

Tryckprovning som sker under ett senare skede av byggtiden av hela eller delar av huset. Metoden är standardiserad och beprövad vad gäller genomförande och utvärdering av mätresultat. I princip går den ut på att alla öppningar för önskade ventilation täpps till: tilluftsdon eller uteluftsventiler och frånluftsdon. Och med en fläkt placerad i dörrhålet skapas ett kraftigt över- respektive undertryck samtidigt som respektive luftläckageflöde mäts genom fläkten.

Termografering som innebär att klimatskalet fotograferas med en värmekamera som avslöjar både köldbryggor, luftläckor och byggslarv. Termograferingen kombineras gärna med tryckprovningen för att lokalisera eventuella otätheter.

Genom **mätning av ytemperaturer**, både utomhustemperatur och invändiga ytors temperatur mäts varvid köldbryggorna kan kontrolleras. De kan också undersökas med **Termografering** enligt ovan.

9.5 Resultatet

Om byggherren har valt energiklassen **Hållbar utveckling** måste byggnaden vara mycket tät och köldbryggorna i princip helt eliminerade. Om klimatskalet som helhet ska klara klassen **Lägsta totala årskostnad, LCC** ska lufttätetheten vara bättre än normkravet och omsorg har läggas på att reducera köldbryggorna. Även om klimatskalet som helhet ska utföras i klassen **Lägsta investering** kan högre krav än vad normen anger ställas på både lufttätethet och reduktion av köldbryggor.

9.6 Fakta om och kontroll av lufttätethet

Klimatskalets lufttätethet är ett mått på den oönskade luftväxlingen i ett hus och ska inte förväxlas med den luftväxlingen som är nödvändig för att skapa bra luftkvalitet. Ett otätt klimatskal ökar energianvändningen för uppvärmning eftersom kall uteluft läcker in och varm inneluft läcker ut. Den termiska komforten påverkas genom ökning av drag som dessutom skapar kalla innerytor. Problemet är störst vid golv- och takvinklar samt mellan fönster och yttervägg. Även risken för fuktskador ökar då varm fuktig inomhusluft pressas ut i klimatskalet där fukten kan kondensera på kalla ytor.

Storleken på luftläckaget in eller ut genom klimatskalet beror på hur tätt klimatskalet är men också på drivkrafterna som inverkar på ett komplicerat sätt. Dessa är

- Vind
- Termik
- I ventilationssystem

Vinden ökar luftomsättningen när uteluft pressas in genom klimatskärmen på lovartsidan och inneluft suges ut på byggnadens läsida och genom ytterytorna i vindriktningen.

Den **termiska drivkraften** uppstår vid temperatur- och höjdskillnader och bygger på principen att varm luft är lättare än kall. Storleken beror på hur otätheterna i klimatskalet är fördelade. Om de är jämt fördelade i höjddled och om det är tätt vid golv och tak så uppstår ett övertryck i byggnadens övre del och ett undertryck i den undre under vintern.

Lufttätheten har minst inverkan på den ofrivilliga luftväxlingen då huset **ventileras** med frånluft eller självdrag och störst vid ventilation med till- och frånluftssystem. Ett frånluftssystem skapar ett relativt kraftigt undertryck i byggnaden som hindrar luft att strömma ut på grund av vind- och termiska drivkrafter. Vid balanserad ventilation, dvs vid till- och frånluftsventilering är tryckskillnaden över klimatskalet så litet att vindkraften och den termiska drivkraften kan dominera.

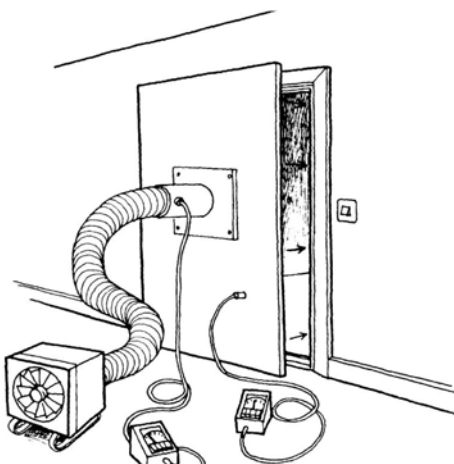
Den totala drivkraften påverkas av alla tre krafter i olika omfattning och i ett komplicerat samspel. En kall vindstilla dag är den termiska drivkraften dominerande medan en blåsig varm dag bestäms luftväxlingen av vindkrafterna såvida inte krafterna i ventilationssystemet är stora.

Byggnads täthet anges som det luftflöde i l/s som passerar en ytenhet av klimatskalet då tryckskillnaden är 50 Pa, dvs l/s,m². Så stor tryckskillnad uppstår knappast under normala förhållanden men är ett standardiserat mättryck som valts för att eliminera inverkan av vind och termik. Normalt lufttryck över klimatskalet är 5 – 10 Pa om huset ventileras med frånluft och runt 0 Pa om det istället ventileras med till- och frånluft.

Tyvärr är den totala ofrivilliga luftväxlingen i en byggnads svår att kvantifiera i ett tidigt skede för att jämföra med normkraven 0.8 l/s, m² eller 1.6 l/s,m². Byggnadskonstruktören kan bidra med att utforma detaljer på ett sätt så att de blir lufttäta och entreprenören kan styras till noggrannhet vid montering. När huset är färdigt eller nästan färdigt kan lufttätheten mätas med beprövade metoder för tryckprovning och klimatskalet kan termograferas för att lokalisera läckorna.

9.7 Kontroll av lufttäthet

Provnigen genomförs enligt EN 13829 Thermal performance of buildings – Determination of air permeability of buildings – Fan pressurization method (ISO 9972:196, modified).



Figur 9.2 Utrustning för tryckprovning

En tryckprovning syftar till att mäta en byggnads lufttäthet. I princip går det till så att alla hål och öppningar avsedda för den vanliga ventilationen inomhus tejpas för eller stängs så att de

blir helt lufttät. Ytterdörren eller lägenhetsdörren ersätts med fläkt och ett måtrör. Fläkten startas och trycker in luft i lägenheten till det skapats ett övertryck på 50 Pa som är det standardiserade mättrycket. Luftflöde som passerar fläkten mäts och noteras. Luftflödet som tillförs måste vara lika stort som det som trycks ut genom otätheterna, dvs det ger ett mått på tätheten. Ytterligare en provning görs med vänt fläkt för att skapa ett undertryck istället. De två luftflödena som mäts vid över- respektive undertryck behöver inte vara lika stora eftersom vissa otätheter kan täppas till beroende på luftriktning. Mätresultaten analyseras enligt standardiserad metod och ger ett luftläckage i l/s,m² vid 50Pa.

Provningsen kan gärna kompletteras med termografering för lokalisering av eventuella luftläckage.

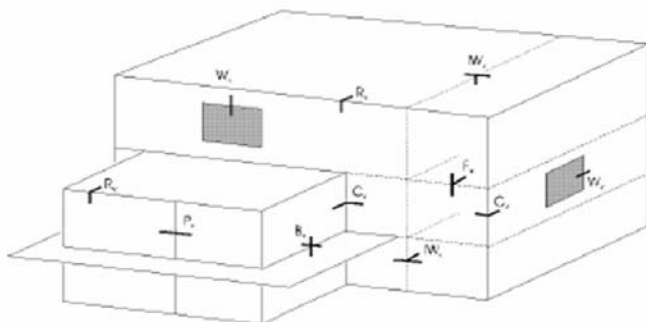
9.8 Fakta om och kontroll av köldbryggor

Köldbryggor är de delar av klimatskalet som är väsentligt sämre isolerade än resten. Det råder en del begreppsförvirring just om köldbryggor, man glömmer att det finns både konstruktiva och geometriska.

Konstruktiva köldbryggor kallas de termiska försvagningar som är ”inbyggda” i konstruktionen. De kan utgöras av stål- eller träreglar i en så kallad lättvägg med isolering, eller kramlorna som håller ihop skikt i klimatskalet. Dessa ingår i beräkningen av väggens praktiska genomgångskoefficient U_{kor} -värden eller U_p -värden som det kallades tidigare.

Geometriska köldbryggor uppstår där stommens delar ansluter till klimatskalet eller i anslutning av två hela konstruktionsdelar:

- Alla hörn där utsidan är större än insidan
- Bjälklagsanslutning i yttervägg
- Bärande vägg som ansluter i yttervägg
- Anslutning källargolv och källarvägg
- Anslutningen mellan grund och yttervägg
- Anslutning mellan yttervägg och tak
- Infästning av fönster
- Anslutningen yttervägg och dörr
- Fönstersmygar
- Infästning av utkragad balkong



Figur 9.3 Illustration från EUROKORBRA som visar några exempel där köldbryggor uppstår.

I aktuella energihushållningsregler i BBR finns inget uttalat krav på kvantifiering av köldbryggor vilket har fått till följd att de ofta glöms bort vid energiberäkningar. Detta är ett stort misstag eftersom energiförlusterna genom köldbryggorna kan utgöra 20 % av de totala förlusterna genom klimatskalet. Och som sagt, stora energiförluster innebär också att det blir kallt på de invändiga golv-, vägg och takytorna. Merkostnaden för att reducera köldbryggor

är inte hög, det handlar mest om att konstruktören ska påminnas om kontrollen, speciellt viktig är den i så kallade tunga hus, dvs murade eller i betong.

9.9 Termografering

Alla föremål avger strålning, ju varmare de är desto mer. Vilket kan åskådliggöras med IR-tekniken i värmekameror genom bilder av osynlig infraröd strålning (värme) som mäts.

Termografering utförs med en värmekänslig kamera som registrerar skillnader i ytemperatur och skapar en bild eller en film av detta. Bilden kompletteras med en temperaturskala så att man enkelt kan få en uppfattning av både temperaturskillnader och temperaturnivå. Metoden att termografera och att tolka resultaten finns dokumenterade i europastandarden SS-EN 13187.

Med termografering upptäcks dolda termiska fel och brister som kan orsaka både högre energianvändning och problem med inneklimatet. Det är ett säkert sätt att undersöka om isoleringen fyller upp eller om det finns otätheter.

Termografering kan ske inifrån innan de sista skivorna sätts upp och i efterhand och när huset är färdigställt. För att få relevanta bilder krävs en temperaturskillnad mellan ute och inne.

9.10 Handledning för entreprenören i Energilotsen

Det som ovan beskrivits är i stora drag det som ges som handledning för entreprenören i Energilotsen.

10 Energilotsen.nu

Hela arbetet med Energilotsen finns på www.energilotsen.se. I följande avsnitt redovisas hur man navigerar på hemsidan och vad verktyget kostar att använda.

10.1 Inloggning och navigering



Figur 10.1 Navigeringsverktyget på Energilotsen.nu

Startsida

Här finns t ex information om registrering och avgifter.

Användning

Här redovisas samma information om hemsidan som i denna beskrivning

Hjälpdokument

Här har vi samlat dokumentation om hur Energilotsen fungerar samt alla handledningarna, som också finns under respektive knapp till vänster.

Byggherre

Här upprättas med hjälp av en handledning en kravspecifikation för energi och inneklimat genom att fylla i ett formulär (gratis).

Arkitekt

Här finns en handledning för relevanta undersökningar av energi och inneklimat samt ett datorprogram VIPWEB för arkitektens beräkningar av energi (mot avgift).

Byggnadskonstruktör

Här finns handledningar för relevanta undersökningar och åtkomst till datorprogrammet VIP+ för beräkningar av energi och där indata genereras enkelt från VIPWEB. Här finns också möjlighet att kontinuerligt deklarerat energianvändningen (mot avgift).

Installationskonstruktörer

Här finns handledningar för relevanta undersökningar och åtkomst till datorprogrammet VIP+ för beräkningar av energi och där indata genereras enkelt från VIPWEB. Här finns också möjlighet att kontinuerligt deklarerat energianvändningen (mot avgift).

Entreprenör

Här finns en översiktlig handledning för sammanfattade kontroller under produktion och vid färdigställande.

Förvaltare

Se byggherre än så länge.

Programbeskrivning

Här finns information om olika beräkningsprogram som kan användas. De programvaruleverantörer som vill visa sina program på Energilotsen kan kontakta Mats Ola Rasmusson på Strusoft AB för att erhålla ett konto för administration av sin information. Under förutsättning att följande krav är uppfyllt:

- I syfte att enbart inkludera program med en godtagbar kvalitetsnivå måste det finnas en opartiskt akademiskt eller offentlig undersökning som verifierar programmets funktion och kvalitet.
- Det lämpligaste sättet är att genomföra ett IEA-BESTEST.

Validering

Här visas vilka valideringsmetoder som finns och vilka valideringar som olika program har genomgått.

Beräkningsexempel

Exempel på energianvändning i bostadshus beräknade med olika beräkningsprogram vars resultat jämförs med uppmätta

Dina uppgifter

Här redovisas uppgifterna för din användare, så som namn, email, faktureringsadress med mera.

Observera!

Det är inte nödvändigt att utnyttja kopplingen till energiberäkningsprogrammet VIP+. Byggherrens kravspecifikation för energi och inneklimat kan utgöra ett oberoende dokument liksom alla handledningar för projektörernas undersökningar och beräkningar.

10.2 Kostnadsinformation

Tabell 10.1 Kostnader för Energilotsen

	Lots-användare bas:	Lots-användare plus:
Energihjälpen	Ja, fri tillgång till hela tjänsten.	Ja, fri tillgång till hela tjänsten.
Byggherrespecifikation	Ja dock utan möjlighet att beräkna energibehov utifrån specifikation.	Ger möjlighet att även beräkna energibehov utifrån specifikation.
Energiberäkning tidigt skede (VIPWEB)	Nej	Ger möjlighet att beräkna energibehov med VIPWEB
Energideklaration (projektering, produktion, förvaltning)	Ja, fri tillgång till hela tjänsten.	Ja, fri tillgång till hela tjänsten.
Kostnad:	Kostnadsfri	3 000 kr per år i fast avgift plus 100 kr per utförd beräkning*.

*Som ett introduktionserbjudande är de första 20 beräkningarna gratis

10.3 Validering

Det finns många beräkningssystem som säger sig ha en mycket hög noggrannhet, men det saknas metodik för att verifiera deras påstående. Resultatet av detta är en vildvuxen flora av program från komplexa modell orienterade system till enkla kalkylark. Alla leverantörer hävdar att deras system räknar rätt och det har inte funnits verktyg som objektivt kan kvantifiera deras påstående.

Ett program eller metodik som skall användas för energiberäkningar bör klara följande validerings steg.

1 IEA-BESTEST

Ger en bra bild om hur programmets fundamentala funktioner fungerar. Man kan även lägga in Ashrae-bestest men denna test är viktigare för dimensioneringsprogram. Läs mer på DOE's hemsida och ladda hem testet. Klicka här

2 Strusoft-Nordic-BESTEST

Samma som IEA-BESTEST men med beräkning gjort på Nordiska klimatförhållande. Testet visar hur programmet svarar på tex midnattssol mm Läs mer på VIP's hemsida. Klicka här

3 Strusoft-Infiltration-Bestest

Test för luftläckage och intern termik. Att programmet kan hantera luft läckage är mycket viktigt om man skall göra åtgärds analyser.

Läs mer på VIP's hemsida: <http://vip.strusoft.se/>

4 Strusoft-HeatExchange-BESTEST

Testet visar hur programmet hanterar energiåtervinning, olika typer av värmepumpar, solfångare under nordiska förutsättningar.

Läs mer på VIP's hemsida: <http://vip.strusoft.se/>

5 Strusoft-Empirical-BESTEST

Testet görs mot ett flertal verkliga objekt under realistiska former

I detta test kan man även använda enklare metoder utvecklade för specifika situationer eller objekt för att prova deras träffsäkerhet.

Dock skall man generellt vara mycket försiktig med verktyg som inte klarar tidigare teststeg.

Läs mer på VIP's hemsida: <http://vip.strusoft.se/>

Denna metodik kedja ger en bra och objektiv känsla för vad verktyget kan hantera och var man kan använda det.

Vilken som helst föreslagen metod kan testas mot detta system med en rimlig arbetsinsats.

För internationell användning finns ett antal andra tester som med fördel kan användas, dessa är dock inte speciellt lämpliga för Nordiska förhållande.

ASHRAE-BESTEST

Lika som IEA-BESTEST men med FF(Free Float) tester som är lämpliga för dimensioneringsprogram.

HERS-BESTEST

Test mot realistiska villor. Endast intressant för USA marknaden.

HVAC-BESTEST

En detaljerad test av program för dimensionering av luftkylare odyl lämpliga för dimensioneringsprogram.

Florida-BESTEST

Test för varmt och fuktigt klimat.

11 Referenser

- Bergsten, B., Energiberäkningsprogram för byggnader – en jämförelse utifrån funktion och användaraspekter, Effektiv-rapport 2001:03, 2001.
- Byggsektorns Kretsloppsrad, Byggsektorns Miljöprogram 2003, Utgåva 2003-05-20.
- Dialogen Bygga, bo och förvalta för framtiden, Hemsida, www.byggabodialogen.se.
- ENPER – TEUC, Energy Performance of Buildings – Calculation procedures used in European countries, Report CSTB-DDD-AGE n° 02-126R, Final report
- Europeiska gemenskapens officiella tidning, Europa parlamentets och rådets direktiv 2002/91/EG av den 16 december 2002 om byggnaders energiprestanda, ISSN 1024-3054, 2003-01-04.
- Granlund A, 2002. Energiförsörjningen i Sverige. Energimyndigheten.
- Heden S, 2002. Miljökvalitetsmål – Sektorsmål. Boverket.
- HÅS, Programmet för Hållbart Samhällsbyggande – en nationell kraftsamling, Hemsida, www.unitedcompetence.se.
- ICT 2008, Informations- och kommunikationsteknologi för bygg, anläggning och förvaltning – ett innovationsprogram, diskussionsunderlag, Hemsida, www.itbof.com.
- Innemiljö och energianvändning i byggnader, TK 189, SIS
- IT Bygg och Fastighet 2002, Branschprogram för implementering av IT i byggande och förvaltning, Hemsida, www.itbof.com.
- Lagheim A och Granlund A, 2002. Elmarknaden 2002. Energimyndigheten.
- Larsson D och Larsén B, 1999. Miljömål och fysisk planering. Boverket.
- Larsson, R., Validering av energiberäkningsprogram – teoretisk och beräkningsmässig genomgång av energiberäkningsprogram, Ej publicerad rapport, Cementa, 2003.
- Lindén S, Giselsson S och Karlsson-Hjort H-O, 2001. Deklaration av bostäder, skolor, förskolor. Boverket.
- LIP-kansliet, Stockholms stad, Teknikupphandling av energiberäkningsmodell för energieffektiva sunda flerbostadshus (Meby), Anbudsunderlag.
- Nilsson P-E, 2002. Energicertifiering av byggnader. CIT Energy Management AB.
- Regeringskansliet, Svenska miljömål – delmål och åtgärdsstrategier, Sammanfattning av regeringens proposition 2000/01:130, Hemsida, www.miljo.regeringen.se.
- Silveira S, 2001, Building Sustainable Energy Systems. Svensk Byggtjänst och Swedish National Energy Administration.
- Storm M och Johansson P, 2001. Nyckeltal för energianvändning i byggnader. Boverket.
- Storm M och Johansson P, 2002. Nyckeltal för energianvändning i byggnader, del 2 vidareutveckling. Boverket.
- Warfvinge, C. 2000. Det energieffektiva flerfamiljshuset i kv Jöns Ols – Minimering av energianvändning och optimering av inneklimat. LTH
- Wikforss, Ö., Förslag till inriktning av FORMAS relevansutlysning, Underlagsmaterial ICT 2008, Hemsida, www.itbof.com.