

PASSIVHUS

- EN HANDBOK OM ENERGIEFFEKTIVT BYGGANDE

PASSIVHUS

- EN HANDBOK OM ENERGIEFFEKTIVT BYGGANDE

LARS G ANDRÉN

LARS M-G TIRÉN



svenskbyggjänst

AB Svensk Byggtjänst
113 87 Stockholm
08-457 10 00
www.byggtjanst.se

© 2012 Författarna och Svensk Byggtjänst
Omslagsfoto: Joakim Carlander
Illustrationer: AB Typoform, om ej annat anges
Omslag, form & layout: Annika Lönn
Tryck: Exaktaprinting, Malmö 2012
ISBN 978-91-7333-523-2

INNEHÅLL

FÖRORD	9
1 ● BAKGRUND - HISTORIK	10
Inledning	10
Vad är ett passivhus?	11
Gamla anor	15
Bakgrund - Historik	16
Myter om passivhus	20
Tyskland - en pionjär	22
Passivhus - så började det	25
Miljösituation och klimathot	26
Energiprisutvecklingen	29
Lågenergihus	30
<i>Certifiering</i>	32
2 ● PASSIVHUS - DEFINITION	33
Boverkets krav	34
Klimatzoner	35
Energiprestanda	36
<i>Energitillförsel för uppvärmning</i>	38
<i>Spillvärme</i>	38
<i>Värmeåtervinning</i>	38
<i>Transmissionsförluster</i>	40
<i>Ventilationsförluster</i>	42
<i>Tappvarmvattenförluster</i>	42
<i>Primärenergi</i>	42
3 ● PASSIVHUS - GENOMFÖRDA PROJEKT	45
”Hus utan värmesystem” - Lindås	45
Glumslöv - Landskrona	49
Hertings gård - Falkenberg	50
Kv. Seglet - Karlstad	51
Prästgårdsängens förskola - Kungsbacka	51

4 ● ATT PROJEKTERA PASSIVHUS	53
Allmänna Riktlinjer	53
<i>Engångsköparen – villabeställaren</i>	54
Projektering – planering	55
Arbetsätt – metod	56
Att bygga med systemtänkande	57
Beräkna energianvändningen	59
Planlösning	60
Inomhusklimat	61
<i>Övertemperatur</i>	61
<i>Ventilation</i>	62
<i>Ljus</i>	63
<i>Ljud</i>	64
Plocka bort teknik – sänk underhållsbehovet	65
5 ● KONSTRUKTION	66
Allmänna riktlinjer	66
Hållbart synsätt på byggande	67
Tekniska lösningar	68
Värmekälla – värmesystem	68
<i>Värmedistribution</i>	70
Isolering	70
Fönster	72
Täta konstruktioner	74
Grund och platta på mark	76
Stommen	76
Ytterväggar, golv och tak	78
Takbjälklag – yttertak	79
Innerväggar	79
Våtutrymmen	79
Ytterdörrar	80
Innerdörrar	81
Värmeåtervinning FTX	81
6 ● ENERGIEFFEKTIV NYBYGGNAD	82

7 ● ENERGIEFFEKTIV OMBYGGNAD	86
Att välja rätt objekt – prioritera	86
Utmaningar i befintliga byggnader	86
Praktiskt tillvägagångssätt vid ombyggnad	87
<i>Utgå alltid från det enskilda objektets förutsättningar</i>	88
<i>Energiprestandan är central</i>	89
<i>Praktiska exempel</i>	89
<i>Realistiska mål</i>	91
8 ● ATT BO I PASSIVHUS	93
Människan och tekniken	93
Levnadsvanor	94
Inomhusmiljö	95
9 ● ATT ÄGA OCH FÖRVALTA PASSIVHUS	97
Att förvalta passivhus	97
Kostnader	97
10 ● EKONOMI	100
Inledning	100
Att äga och förvalta långsiktigt	102
<i>Nybyggnad</i>	102
<i>Ombyggnad</i>	104
Drift och underhåll	105
Lönsamhet	106
APPENDIX	108
LCC resonemang Norra Älvstranden Göteborg	108
Energispartips	109
<i>Värme</i>	109
<i>Tvätta – Diska – Duscha</i>	109
<i>Belysning</i>	110
<i>Hemelektronik</i>	110
<i>Matlagning och förvaring</i>	111
<i>Transporter</i>	111

TIO TIPS FÖR ENERGIEFFEKTIVT BYGGANDE	113
1. Tydlig objektsbeskrivning och målformulering	113
2. Utse samarbetspartners med omsorg	113
3. Skapa tidigt en vi-känsla	113
4. Värna kvaliteten	113
5. Att bygga passivhus är att skapa en helhetslösning	113
6. Lufttätheten är central – utse gärna täthetsansvarig	114
7. Undvik alla former av köldbryggor	114
8. Var uppmärksam på fuktproblematiken	114
9. Ställ höga komfortkrav	115
10. Följ upp ekonomi och funktion	115
FÖRKORTNINGAR	116
LITTERATURHÄNVISNING	117
<i>Böcker, avhandlingar och examensarbeten</i>	117
<i>Rapporter och övrigt</i>	119
ADRESSREGISTER - LÄNKAR	120

FÖRORD

Intresset för energieffektivt byggande har allt sedan oljekriserna på 1970-talet varit stort i Sverige. Under 1980-talet fanns en epok med så kallat ekologiskt byggande som utvecklade lågenergihus. Syftet med den här boken är att ge läsaren en inblick i vad det innebär att bygga passivhus. Boken ska fungera som en inspirationskälla men också som en kunskapsbank för de som vill bygga energieffektivt.

Svensk teknik och svenskt kunnande har inom byggsektorn alltid legat i framkant. Även när det gäller passivhus var Sverige tidigt ute. Under årens lopp har en rad intressanta projekt genomförts och en gedigen kunskap byggts upp. Vi författare vill med denna bok dela med oss av de erfarenheter som finns men också konkret ge en bild av vad ett passivhus är. Under senare år har intresset för energieffektivt byggande växt lavinartat, bland annat till följd av ökade energipriser och den klimatdebatt som förs. Såväl inom EU som i Sverige finns det politiskt fastlagda mål om att energieffektivisera. Det kommer att ställa nya krav på vårt byggande och sannolikt öka intresset för passivhus ännu mer. Vi hoppas därmed att den här boken blir en värdefull introduktion för dem som vill se möjligheter och utmaningar med passivhus, såväl för befintliga byggnader som ska renoveras eller byggas om, som vid nyproduktion.

Den stora utmaningen finns i det befintliga beståndet. Den typen av projekt kräver lite mer eftertanke och det är här den stora potentialen finns. Nyproduktionen utgör endast en begränsad del av det totala fastighetsbeståndet.

Denna andra utgåva har en ny disposition och innehållet har uppdaterats i text och bild. Bland annat redovisas erfarenheterna av det första passivhusprojektet i Sverige, Lindåsprojektet, efter 10 års brukande. Dessutom görs en driftkostnadsjämförelse mellan ett konventionellt byggt hus och ett hus som uppfyller kraven för passivhus. På materialsidan presenteras den senaste utvecklingen av högpresterande isolering.

Vi som skriver är Lars Andrén med ett förflutet inom solbranschen och författare till faktaböcker på tema solenergi och värme för småhus och Lars Tirén, tidigare VD på EKSTA Bostads AB, med praktisk kunskap inom ämnet. För att säkerställa kvaliteten har vi haft hjälp av sakkunniga, som pionjären och arkitekten Hans Eek och forskaren Ulla Jansson samt John Helmfridsson på Passivhuscentrum i Västra Götaland. Till de tre vill vi också rikta ett extra tack för ovärderlig hjälp att granska och faktakontrollera innehållet och alla övriga som hjälpt oss under resan, ingen nämnd, ingen glömd. Stort tack till alla er som känner er berörda!

Halland i september 2012

Lars G Andrén & Lars M-G Tirén

KAPITEL 1 BAKGRUND — HISTORIK

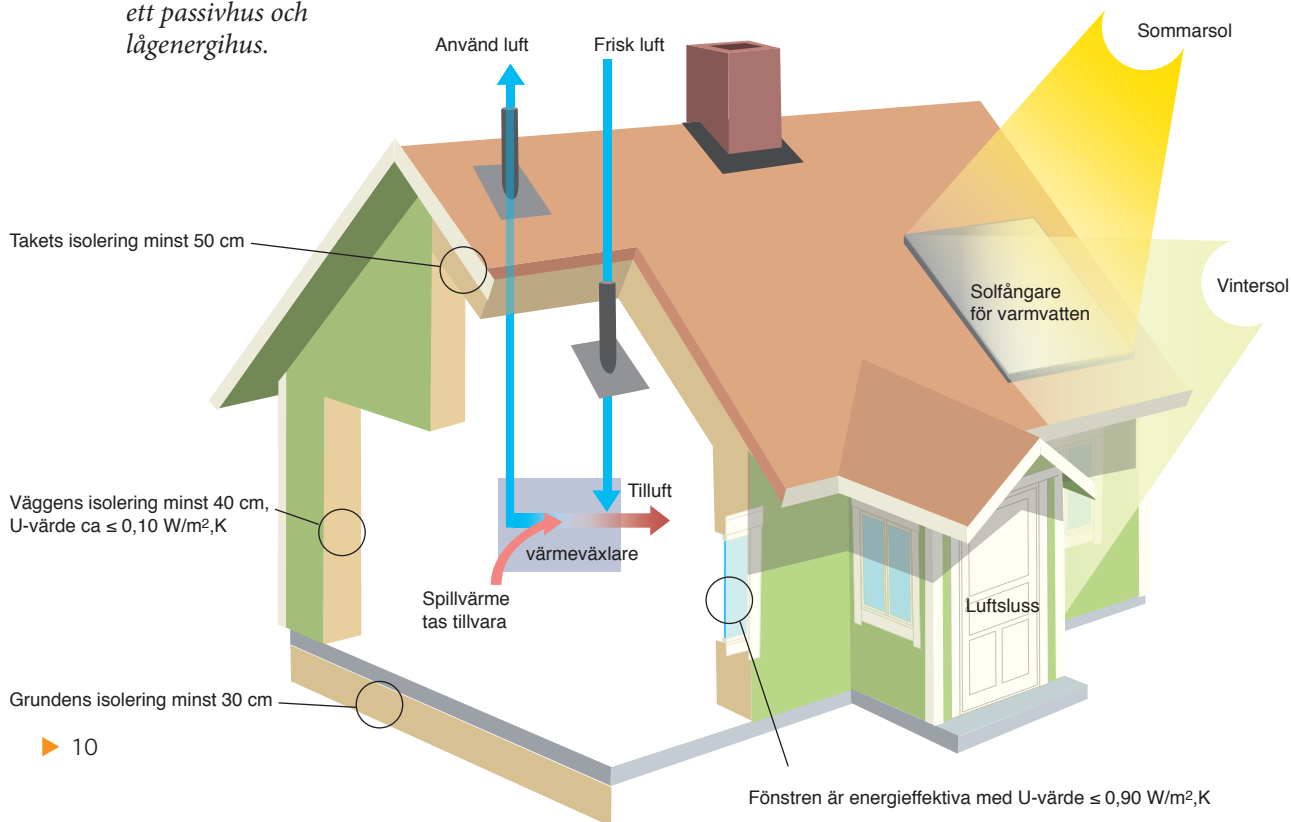
INLEDNING

De flesta stora aktörerna i byggbranschen talar idag om passivhusen som en erkänd byggprocess som ger möjlighet till ett energieffektivt byggande. Självklart kan inte framgångarna enbart tillskrivas några få frontfigurer. En rad olika omständigheter ligger till grund för framgångarna och inte minst spelade omvärldsfaktorerna en avgörande roll. Insikten om allvaret i klimatfrågan har gjort att system med hus utan konventionellt värmesystem blivit allt mer intressanta. Passivhusens acceptans har underlättats av att energi- och klimatfrågorna har kommit i fokus och Energipropositionen 2001/02:143 gav tydliga signaler som kan sammanfattas med följande citat:

”Den svenska energipolitikens mål är att på kort och lång sikt trygga tillgången på el och annan energi på med omvärlden konkurrenskraftiga villkor. Energipolitiken ska skapa villkoren för en effektiv och hållbar en-

Passivhus

Principerna för ett passivhus och lågenergihus.



FASTIGHETSSEKTORNS ENERGIANVÄNDNING

Den svenska fastighetssektorn står för cirka 36% av landets totala energianvändning. Att kunna producera hus med betydligt lägre energianvändning utan allt för omfattande merkostnad får inte bara en stor betydelse för driftekonomin utan också för sektorns klimatpåverkan. Passivhusen får därmed en stor betydelse för landets energianvändning och klimat- och miljöpåverkan. Trots kritiskt granskande har passivhusen visat sig uppfylla såväl nybyggnadskraven som de komfortkrav som de boende ställer.

FAKTA**VAD KRÄVDES FÖR ATT PASSIVHUS SKULLE FÅ SITT GENOMBROTT...**

*... en eldsjäl
... att en etablerad aktör bestämmer sig för att medverka
... att projektet inte marginaliseras
... att fokus ligger på att sänka energianvändningen
... att tekniken ligger i linje med det allmänna medvetandet och inte är alltför visionär
... att projektet inte är präglad av futuristiska eller ideologiska övertoner*

FAKTA

ergianvändning och en kostnadseffektiv svensk energiförsörjning med låg negativ påverkan på hälsa, miljö och klimat samt underlätta omställningen till ett ekologiskt uthålligt samhälle. Härigenom främjas en god ekonomisk och social utveckling i hela Sverige.”

En framgångsfaktor var att Egnahemsbolaget i Göteborg antog utmaningen och genomförde Lindåsprojektet. Självklart spelade också Bygghälsorådet och Formas och senare Energimyndighetens stöd en avgörande roll för legitimiteten och utvecklingen.

VAD ÄR ETT PASSIVHUS?

Med passivhus menas en byggnad som är välisolerad och utrustad med ett ventilationssystem där värmeåtervinningen har en hög temperaturverkningsgrad. Med ett tydligt fokus på byggnadens energiprestanda är målet att passivhus ska klara sitt värmebehov med en effekt på 10–12 W per m² A_{temp}. För att uppnå passivhusstandard krävs att byggnaderna har en fördelaktig väderstreckorientering och genomtänkt planlösning, att byggnadsskalet isolerats och tätats väl och att ventilationssystemet har en värmeåtervinning

FAKTA

EKOLOGISKT BYGGANDE

Vetenskapen om de levande varelsernas relationer till sin omvärld. Med ekologiskt byggande menas ett byggande med en planering utifrån ett övergripande ekologiskt betraktelsesätt där helhetssynen är resurshushållning i förening med en human och hälsosam livsmiljö som samordnas för att innefatta en helhetssyn på planering, byggande och boende.

Enligt Nationalencyklopedin, 1991 Bra Böcker AB

med hög verkningsgrad (~85 %). Utformningen måste också ta hänsyn till att övertemperaturer inte uppstår sommartid som en följd av den passiva solinstrålningen. Passivhus ställer inga krav på hur tillskottsvärmen tillförs, hur värmen distribueras eller vilka byggnadsmaterial som används.

Begreppet passivhus har sitt ursprung i att den passiva solinstrålningen utnyttjas för värme och ljus. Värmeavgivningen från människor och maskiner utnyttjas som ett passivt värmetillskott för att minimera konventionell värmeförsel. Värmen i byggnaden tas till vara genom ett till- och frånluftssystem med värmeväxlare (FTX) med en effektiv värmeåtervinning.

Genom att passivhus har högt ställda krav på isoleringen saknar byggnaderna i allmänhet konventionellt värmesystem. Värmebehovet säkerställs i de flesta fall genom el- eller värmebatterier som värmer tillluften. Varmvattenbehovet tillgodoses i de flesta fall genom utnyttjande av solvärme. I takt med att passivhusstandarden tillämpas ökar solvärmens betydelse. I de bästa projekten som genomförts i Sverige står solvärme för upp till 40 % av byggnadens årsvärme- och tappvarmvattenbehov. Solel har under senare år också fått en allt större betydelse för att minska behovet av köpt energi.

I passivhus sätts energianvändningen i fokus och genom minimala transmissionsförluster blir driftkostnaderna låga. Byggnadernas inomhusklimat ger god komfort, både vad avser inomhustemperatur, inomhusluftens kvalitet samt ljudnivåerna i byggnaden.

Passivhus byggs idag med känd och utprovad teknik. Byggnaderna byggs med täta konstruktioner, väl tilltagen isolering i väggar, tak och grund. Fönster väljs med U-värden ner mot 0,7–0,8 W/m²,K. I projekteringen läggs stor vikt på att minska köldbryggorna som har stor betydelse för de sammanlagda transmissionsförlusterna.

Passivhaus Institut (PHI) har en certifiering av passivhus som bygger på den internationella definition som är framtagen. Definitionen och standarden bygger på att passivhuset beräknas enligt Passivhus Projekterings Paket (PHPP) och som nu finns översatt till svenska, se sidan 33.



Lindåshuset

Sveriges första passivhusprojekt genomfördes 2001 och drevs av Egnahemsbolaget i Göteborg. Lindåsprjektet blev banbrytande för tillämpningen av den internationella passivhusstandarden i Sverige.

Foto: Lars Andrén

Forum för Energieffektivt Byggande (FEBY), som är en del av Sveriges Centrum för Nollenergihus och som finansierats av Energimyndigheten, arbetar med kravspecifikationer för passivhus och som nu anpassas till BBR 19, Boverkets Byggregler.

VAD ÄR ETT PASSIVHUS?

Ett passivhus har låg energianvändning för uppvärmning, tappvarmvatten och ventilation. Byggnadskonstruktionen ger ett bra inomhusklimat med god komfort och minimalt med drag och kallras. Ett passivhus har en effektiv energianvändning med återvinning av värmen i ventilationsluften och en konstruktion med små transmissionsförluster som därmed ger låg energianvändning och låga driftkostnader.

FAKTA

Eftersom det inte finns något konventionellt värmesystem måste uppmärksamhet ägnas åt byggnadens planlösning, husform, placering och orientering i syfte att sänka värmebehovet. Söderorienterade fasader (huskroppens långsidor) är att föredra, för att ta till vara den passiva solinstrålningen men också för att utnyttja ljustillflödet. Det blir på så vis också enklare att placera solceller och solfångare. För att undvika övertemperaturer sommartid är det viktigt att använda sig av solavskärmning. När det gäller planlösningen

arbetar man generellt efter givna mönster där aktivitetsrum (allrum, tv-rum, matplats, etc.) orienteras mot söder, där det är enklare och mer kostnadseffektivt att avskärma solinstrålningen med takutsprång eller balkonger. Rum med lägre aktivitetsgrad och temperaturkrav orienteras i allmänhet mot norr. Byggnadstekniskt känd och befintlig teknik används. Konstruktionen bygger på täthet, väl tilltagen isolering och minimalt med köldbryggor.

För att bygga ett hus som uppfyller kraven för passivhus är det viktigt att se till att få alla delar i systemet att fungera och samverka. Några av de viktigaste sakerna att tänka på är:

Täthet: Täthetskravet har tillkommit för att det ska vara möjligt att styra ventilationen och göra värmeåtervinningen effektiv. En effektiv värmeåtervinning möjliggör också ett lågt effektbehov för byggnaden. Tätheten uppnås genom att vara noggrann vid projekteringen och tänka igenom alla tekniska lösningar så att de i verkligheten också kan genomföras praktiskt. Kritiska punkter är till exempel fönstersmygar, bjälklagskanter, dörrar, fönster med mera.

Köldbryggor: Köldbryggor i konstruktionen uppstår ofta då konstruktören kommer in för sent i projekteringen. Den klassiska köldbryggan, där balkongplattan fungera som en kylfläns i betong, är dessbättre numera sällsynt. Alla köldbryggor måste beräknas i konstruktionen och naturligtvis minimeras. En köldbrygga finns kvar i byggnaden under hela dess tekniska livslängd. Köldbryggan bidrar till onödiga värmeförluster och påverkar därmed energianvändningen.

Fukt: Att bygga in fukt i konstruktionen är inte acceptabelt. Det gäller därför att ställa upp krav och sedan kontrollera dessa genom kontinuerliga mätningar under produktionstiden. En framkomlig väg kan vara att utse någon som har till uppgift att vara ”fuktsamordnare”, en person som har både ansvar och befogenhet att se till att fuktkraven uppfylls. Under senare år har användandet av väderskydd blivit allt vanligare för att minimera problemen med fukt under byggskedet.

Isolering: Valet av isoleringsmaterial hänger samman med vilket U-värde som konstruktionen ska ha. Ibland kan också kraven på formstabilitet styra valet. Isoleringsmaterialen måste monteras rätt. Värmekamera är ett bra hjälpmedel och gör att brister i isoleringen kan åtgärdas innan stomkomplettering sker.

Ventilation: Ventilationssystemet är byggnadens ”hjärta”, ett av de viktigaste valen som görs på installationssidan. Värmeåtervinningsgraden (återanvändandet av värmen i frånluften) är av största betydelse. Vid sidan av detta gäller det också att uppmärksamma de ljudkrav som ställs. Generellt är det säkrast att välja produkter som har en oberoende verifiering av prestandan, i annat fall kan det uppstå situationer där det blir tvunget att byta utrustning för att prestandan är undermålig. Eftersom värmen distribueras via tilluften måste tilluftsdonen ägnas särskild uppmärksamhet. ”Omblandande” don är

i allmänhet att föredra då värmen får en bra spridning i det aktuella rummet. Det är också en fördel om de boende själva har en möjlighet att styra spridningen på ett enkelt sätt. Det finns några exempel på att bristfälliga don inneburit betydande olägenhet för de boende.

GAMLA ANOR

Tillämpningen av passivhusprincipen är gammal och man kan ställa sig frågan var ifrån kunskapen egentligen kan härledas. Möjligen är det så att det första passivhuset inte alls var ett hus utan en båt!

Fritjof Nansen, den legendariske polarforskaren, startade en polarexpedition mot Nordpolen 1883. Nu blev det tyvärr inte bättre än att Fritjofs fartyg *Fram* aldrig nådde Nordpolen. Fartyget blev fast i ismassorna redan på 86 breddgraden och expeditionen fick utnyttja polarhundar och slädar för att nå sitt mål.

Fritjof Nansens expeditionen varade i tre år (från 1893 till 1896). Expeditionsfartyget *Fram* (som finns i Fram-museet i Oslo) var synnerligen välutrustat och byggt för att klara hårda påfrestningar. Tur var väl det eftersom fartyget frös fast i isen. Beredskapen var emellertid god och fartyget hade konstruerats för att klara det kalla klimatet. Ett exempel på detta var att Nansen utnyttjade de grundläggande principerna för passivhus, nämligen lufttätning och god isolering, för att klara de extrema väderförhållandena.



Polarfartyget Fram
 Bilden visar polarforskaren
 Fritjof Nansens fartyg i
 Arktiskt klimat.

Foto: Fram-museet Oslo, Norge