

Brytpunkten där passivhusets låga energikostnad uppväger det traditionella trähusets lägre produktionskostnad

Fred Janowicz

Fredrik Johansson



EXAMENSARBETE
Fastighetsmäklare 120hp
Institutionen för ingenjörsvetenskap

EXAMENSARBETE

Brytpunkten där passivhusets låga energikostnad uppväger det traditionella trähusets lägre produktionskostnad

Sammanfattning

Världens miljö och klimatsituation har försämrats kraftigt under det senaste decenniet och behöver förbättras i framtiden. Parallellt med detta har energipriserna stigit i Sverige. Ett led i att komma till rätta med miljöproblemen är att energieffektivisera våra byggnader. Under senare år har intresset för passivhus ökat i Sverige och byggandet av dessa hus förväntas öka under kommande år.

Jämförelsen har grundat sig i kostnader för villabyggsats, entreprenad och energikostnader. Fiskarhedenvillan har valts ut som leverantör då de levererar både traditionellt och passivhus i samma modell. Kostnader har baserats på offert från produktchefen Michael Staffas på Fiskarhedenvillan som även delgivit övriga specifikationer på de olika hustyperna av modell Björken. Informationen som legat till grund för beskrivning av passivhus har samlats genom rapporter, litteratur samt kontakt med sakkunniga personer.

Resultatet visar att det är dyrare att bygga ett passivhus än ett traditionellt hus men att energiförbrukningen är lägre hos ett passivhus. I resultatet presenteras den innehavstid som krävs för att den dyrare produktionskostnaden ska betala sig. Vidare presenteras passivhuset ur ett komfortperspektiv och dess skillnad i klimatskalet.

Studien visar att det kan ta upp till 37 år innan brytpunkten där passivhusets högre byggkostnad möter det traditionella husets högre energikostnad. Detta resultat varierar dock i och med att olika faktorer beaktas. Om husbyggnationerna finansieras med lånade pengar så tillkommer även en ränta vilket gör att brytpunkten blir mer avlägsen. Antas energiprisutvecklingen fortsätta stiga som den gjort det senaste decenniet kommer däremot brytpunkten tidigare.

Datum:	2012-06-13
Författare:	Fred Janowicz, Fredrik Johansson
Examinator:	Pia Larson
Handledare:	Håkan Jensen
Program:	Fastighetsmäklarprogrammet 120 hp
Huvudområde:	Fastighetsförmedling
Poäng:	7,5 högskolepoäng
Nyckelord:	Passivhus, byggkostnad, byggteknik, transmissionsförluster, lönsamt
Utgivare:	Högskolan Väst, Institutionen för ingenjörsvetenskap, 461 86 Trollhättan Tel: 0520-22 30 00 Fax: 0520-22 32 99 Web: www.hv.se

BACHELOR'S THESIS

The breaking point where the passive house's low energy costs outweigh the traditional wooden house's Lower production cost

Summary

The global environment and the climatic situation have strongly been reduced during the last decade and need to be improved in the future. Meanwhile, the energy prices have risen in Sweden. To reduce our environment problems, we can build our houses in a more energy effective way. During the last years the interest of passive houses has become more frequent, and the constructions of these are expected to be increased in a short period of time.

The comparison has been based on the cost of residential construction kit, construction and energy costs. Fiskarhedenvillan has been selected as a supplier when they deliver both traditional and passivehouses as the same model. Costs are based on the quote from the product manager Michael Staffas on Fiskarhedenvillan, who also informed the other specifications of the different type of building engines of the model Björken. The information that formed the basis for the description of passive houses has been collected through reports, literature and contact with qualified personnel.

The results show that it is more expensive to build a passive house than a traditional house, but that energy consumption is lower in a passive house. The result presents the holding period required for when the more expensive production cost will pay off. Furthermore will passive house from a comfort perspective and its difference in the building envelope be presented.

The study shows that it may take up to 37 years before the breaking point where the passive house's higher building costs meets the traditional house's higher energy costs. This result, however, varies as the various factors considered. If the buildings will be financed with borrowed money will there also be an interest rate which means that the breakpoint becomes more remote. If assumed energy prices continue to rise as it has in the past decade, however, the breakpoint will come faster.

Date:	June 13, 2012
Author:	Fred Janowicz, Fredrik Johansson
Examiner:	Pia Larson
Advisor:	Håkan Jensen
Programme:	Real Estate Agency 120 HE credit
Main field of study:	Real Estate Agency
Credits:	7,5 HE credits
Keywords	Passive house, construction cost, construction engineering, transmission losses, profitable
Publisher:	University West, Department of Engineering Science, S-461 86 Trollhättan, SWEDEN Phone: + 46 520 22 30 00 Fax: + 46 520 22 32 99 Web: www.hv.se
Education level:	first

Innehåll

Sammanfattning	i
Summary.....	ii
Nomenklatur.....	v
1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte.....	1
1.3 Frågeställningar	1
1.4 Avgränsningar.....	2
2 Metod.....	3
2.1 Tillvägagångssätt	3
2.2 Urval.....	3
2.3 Metodproblem.....	3
3 Allmänt om passivhus	5
3.1 Definition och kravspecifikation	5
3.1.1 Definition	5
3.1.2 Effekt- och energikrav.....	5
3.1.3 Byggnad- och inomhusmiljökrav	5
3.2 Inomhusklimat	5
3.3 Komfort	6
3.4 Transmissionsförlust	6
3.5 Konstruktion	6
3.5.1 Grund.....	7
3.5.2 Yttervägg.....	7
3.5.3 Takbjälklag.....	7
3.5.4 Fönster/dörrar.....	7
3.6 Uppvärmning och ventilation	7
3.6.1 FTX-system.....	8
3.6.2 Solfångare	9
4 Resultat	10
4.1 Fiskarhedenvillans passivhus modell Björken	10
4.1.1 Klimatskal.....	10
4.1.2 Uppvärmning.....	10
4.1.3 Ventilation	11
4.1.4 Energiförbrukning.....	11
4.1.5 Byggekostnad	11
4.2 Fiskarhedenvillans traditionella modell Björken	11
4.2.1 Klimatskal.....	11
4.2.2 Uppvärmning.....	12
4.2.3 Ventilation	12
4.2.4 Energiförbrukning.....	12
4.2.5 Byggekostnad.....	12
4.3 Fiskarhedenvillan, modell Björken	13
4.4 Ekonomisk uppställning / brytpunkten	14
5 Diskussion.....	16
6 Slutsatser.....	17

Brytpunkten där passivhusets låga energikostnad uppväger det traditionella trähusets lägre produktionskostnad

Källförteckning.....	18
----------------------	----

Nomenklatur

Vct-tal = Vct-talet anger förhållandet mellan blandningsvatten och cement. (Andrén & Tirén, 2010 s.96)

U-värde = Mått på värmeförlust genom transmission, enhet är $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ (Andrén & Tirén år 2010 s.96)

Oms/h = Luftomsättning per timme (Andrén & Tirén, 2010 s.96)

FTX= F=frånluft T=tilluft X=värmeväxling

Lågenergihus = Ett samlingsbegrepp för byggnader som använder mindre energi än vad gällande byggnorm kräver. (Andrén & Tirén. 2010 s.18) Vilket för tillfället skulle innebära att huset inte får använda mer än $30W/ m^2$ (Eek, Hans)¹.

¹ Hans Eek, Arkitekt Passivhuscentrum i Alingsås, telefonkontakt 18 maj 2012

1 Inledning

I rapporten redovisas ekonomiska skillnader mellan ett traditionellt nybyggt hus jämfört med ett nybyggt passivhus. Vidare kommer konstruktionsskillnader samt vilka krav som ställs på huset för att klassas som ett passivhus att redovisas. Utgångsläget är att passivhuset är en dyrare investering. Brytpunkten där passivhusets låga energikostnad kommer ikapp det traditionella trähusets lägre investeringskostnad undersöks.

1.1 Bakgrund

Miljömål som alliansregeringen lagt fram i sin proposition för år 2020 innehåller bland annat att våra byggnader ska ha 20 % effektivare energianvändning. Användningen av fossila bränslen till uppvärmning ska ha upphört fram till år 2020 (Andrén & Tirén, 2010 s.27). Om detta mål skall kunna uppnås krävs stora förändringar i vårt sätt att leva och bo. Det övergripande målet kallas för generationsmålet där ovanstående är en del av detta. Målet är att vår nästkommande generation skall tryggas och då skall de största miljöproblemen vara lösta utan att det skall inverka negativt på vår omvärld. Generationsmålet är vägledande i miljöarbetet på alla nivåer i samhället. Innebörden av målet är förutsättningarna för att lösa miljöproblemen skall vara uppfyllda innan år 2020. (Miljömål.nu). Anledningen till att Europeiska unionen satt dessa miljömål är att den förstärkta växthuseffekten som uppkommit genom människans utsläpp av olika gaser i naturen måste bromsas. De ökade halterna av växthusgaser beror främst på utsläpp av koldioxid vid förbränning av fossila bränslen, såsom olja, naturgas och kol. (Miljöportalen, 2012).

I rapporten jämförs ett traditionellt nybyggt trähus med ett nybyggt passivhus av typkod 220 för en- och tvåfamiljshus. Bakgrunden till ämnesvalet är att fokus i dag ligger på miljön och i framtiden kommer det bli vanligare att bygga energisnåla byggnader. I arbetet kommer det att utredas om det utifrån dagens perspektiv är lönsamt att bygga ett passivhus. Syftet är att se vilken innehavstid som krävs för att det skall vara lönsamt att bygga ett passivhus, där passivhusets högre produktionskostnad och den lägre energianvändningen bryts. I projektet jämförs Fiskarhedenvillans modeller Björken om 193m² som är ett passivhus med deras modell Björken byggd på traditionellt vis. Målet är att belysa olika för och nackdelar med husen och se på skillnader med avseende på totalkostnad, drift och komfort.

1.2 Syfte

Syftet med den här studien är att se om det är lönsamt att investera i ett passivhus istället för ett traditionellt trähus. Studien kommer även att presentera skillnaderna på de olika hustyperna och vilka krav som ställs i dagens läge för att få klassas som ett passivhus.

1.3 Frågeställningar

Hur är ett traditionellt respektive ett passivhus uppbyggt och vad skiljer konstruktionerna åt? Hur sker vanligtvis uppvärmningen och ventilationen i de båda hustyperna? Hur stor är skillnaden gällande årsförbrukningen av energi? Hur mycket kostar det att uppföra ett

traditionellt nybyggt hus respektive ett nybyggt passivhus i Skövde kommun? Hur många års innehavstid krävs för att brytpunkten där passivhusets högre byggkostnad uppväger det traditionella husets högre energikostnad? Efter hur lång tid kommer brytpunkten om ränta och energiprisutveckling även beaktas?

1.4 Avgränsningar

I rapporten tas inte hänsyn till framtida temperaturförändringar och det kommer endast utgå ifrån att båda husen ska byggas i Skövde kommun, detta för att få samma utgångsläge och för att studien ska få ett värde utifrån det klimat som råder i verksamhetsområdet.

Studien kommer även endast behandla Fiskarhedenvillans modeller Björken.

2 Metod

2.1 Tillvägagångssätt

Först och främst har information samlats för att öka kunskapen om passivhus och för att göra det möjligt att beskriva konstruktionen och vilka delar som är kritiska med hänsyn till transmissionsförluster. Denna information har insamlats genom litteratur, rapporter från internet, information från myndigheter, tidigare föreläsningar samt kontakt med husleverantörer. Ett studiebesök på passivhuscentrum i Alingsås har även gjorts. Passivhuscentrums arkitekt samt passivhusexpert Hans Eek kontaktades efter detta studiebesök och har varit behjälplig under arbetets gång. Efter att informationen samlats och offerten från Fiskarhedenvillan kommit oss till handa så sammanställdes materialet.

I diskussionen används även en ovetenskaplig ekonomisk uppställning erhållen av Fiskarhedenvillan (den ekonomiska uppställningen är utfärdad av extern part som inte har någon anknytning till Fiskarhedenvillan).

2.2 Urval

Andrén och Tiréns bok från 2010 har använts för att samla information till denna rapport. Boken valdes ut då den fanns med som källa i andra rapporter inom området passivhus.

Annan litteratur som använts är en bok som Fastighetsmäklarprogrammet i Trollhättan (Högskolan väst) haft som kurslitteratur. Boken heter Installationsteknik för fastighetsmäklare av Dahlblom och Warfvinge från 2007 och den användes till att förklara de olika FTX-systemen. Boken valdes då båda personerna som utformat denna studie har läst den förr och den ansågs vara en pålitlig källa då den används i Högskolan västs undervisning.

Efter studiebesöket på Passivhuscentrum i Alingsås kontaktades även Hans Eek. Han är enligt Passivhuscentrum en av de främsta passivhusexperterna i världen och är den person som införde tekniken i Sverige. Han hjälpte till med att ta fram en rapport gällande komforten i passivhus. Då han är bland de duktigaste i Sverige på passivhus så har han även hjälpt till vid vissa komplikationer som uppstått.

Fiskarhedenvillan valdes som husleverantör då de levererar både traditionella hus samt passivhus i lösvirkesbyggsats. De är de enda i Sverige som med sitt passivhus uppfyller den internationella standarden för passivhus. Från Fiskarhedenvillan har Michael Staffas hjälpt till med allt underlag.

2.3 Metodproblem

Ett problem som uppstått på grund av val av metod har varit svårighet att få tag i offerter från leverantörer. Tanken var från början att två olika husleverantörer skulle användas men då den ena leverantören var svår att få kontakt med blev det i slutändan endast Fiskarhedenvillan och deras underlag som rapporten baserats på.

Brytpunkten där passivhusets låga energikostnad uppväger det traditionella trähusets lägre produktionskostnad

Litteraturen har även i vissa fall varit svår att få tag på då den senaste upplagan av böckerna var av stor vikt för att kunna lita på att informationen var uppdaterad. Fiskarhedenvillans ovetenskapliga ekonomiska uppställning lämnar osäkerhet då den saknar vetenskaplig grund.

3 Allmänt om 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 låga driftskostnader" (Andrén & Tirén, 2010 s.20).

3.1 Definition och kravspecifikation

3.1.1 Definition

Grundidén med ett passivhus är att huset inte ska behöva ha en traditionell värmekälla utan ska värmas passivt med hjälp av solinstrålning, hushållsapparater, hemelektronik, lampor och människor. Husets klimatskärm är välisolerad och lufttät med ett lågt U-värde för hela konstruktionen. För att få klassas som ett passivhus finns flera krav gällande effekt, energi, byggnad och inomhusmiljö. Dessutom skall mätare finnas som separerar hushållsel från värmeenergi och fastighetsel. Fossila bränslen får inte användas till uppvärmning (Energirådgivningen, 2012).

3.1.2 Effekt- och energikrav

Vid en innetemperatur dimensionerad till 20°C får den maximala effekten för byggnaden uppgå till 10W/m² i södra Sverige och 14W/m² i norra. Vid beräkning av frivärme från hemelektronik och människor får 4W/m² medräknas. Solinstrålning skall inte inkluderas.

Energikravet utgår från total maximalt köpt energi exklusive hushållsel. I södra Sverige är kravet ≤45kWh/m² år och i norra Sverige ≤55kWh/m² år. Även här är den dimensionerade innetemperaturen 20°C och frivärme får max uppgå till 4W/m² (Energimyndighetens styrgrupp, 2007).

3.1.3 Byggnad- och inomhusmiljökrav

Klimatskalet får inte läcka ut mer än 0,3l/s•m² vid tryckskillnad på +/- 50 Pa. Fönstrens U-värde skall understiga 0,9W/m² °C och U-värdet för vägg och platta skall vara ≤0,10 W/m² °C medan takbjälklaget skall hålla ett U-värde på minst 0,08 W/m² °C. Ljud från ventilation får inte uppgå till högre än vad ljudklass B anger enligt SS 02 52 67 vilket är 57dB (Boverket, 2012a). När det gäller tilluftsvärmen får den inte överstiga 52°C vid tilluftsdonet efter att den passerat värmaren (Energimyndighetens styrgrupp, 2007).

3.2 Inomhusklimat

Att bo i ett passivhus ska vara som att bo i vilket hus som helst och boendet ska erbjuda ett behagligt inomhusklimat utan att det ställs några extra krav utöver det vanliga. Passivhus ska erbjuda ett energieffektivt boende med samma komfort som byggnader i allmänhet. Inomhusklimatet ska ha en önskad inomhustemperatur, god luftomsättning, låg ljudnivå och ljuset ska vara behagligt. Det faktorer som påverkar den upplevda komforten inomhus

är temperatur, renligheten och den relativa fuktigheten. För att behagligt klimat skall uppnås ska det vara dragfritt och temperaturen ska fördelas jämnt i huset såväl mellan väggarna som mellan golv och tak (Andrén & Tirén, 2010 s.37-38).

3.3 Komfort

När det gäller komfort i passivhus har det gjorts en undersökning från Sveriges Tekniska Forskningsinstitut vid namn *Erfarenhetsåterföring från de första passivhusen – innemiljö, beständighet och brukarvänlighet*. Resultatet visar på att det kan uppkomma vissa komfortproblem i passivhus men majoriteten av husägarna har inga problem alls. Studien grundar sig i 10 radhusenheter i Lindås utanför Göteborg. Några generella slutsatser kan inte dras då det rör sig om ett litet antal hus. De undersökta husen byggdes 2001 och är de första passivhusen som uppförts i Sverige.

Undersökningen visade på att vissa problem med övertemperatur uppstod på sommaren, med hjälp av vädring kunde dock temperaturen regleras ned till önskvärd temperatur. Undertemperatur på vintern upplevdes i 3 av 10 av husen där två av dem var belägna vid gaveln och vars flöde på ventilation var nedsänkt under rekommenderad nivå. Flertalet husägare upplevde undervåningen kall på morgonen på grund av att samtliga sovrum var belägna på övervåningen. Mätningarna visade att det kunde skilja upp till 4 grader mellan våningarna på morgonen. Samtliga upplevde dock att det värmdes upp snabbt när de väl vistades på nedervåningen och det passiva värmestillskottet ökade.

Alla hus var utrustade med ventilation med värmeväxlare samt en radiator i burspråket. Vissa av husen var även utrustade med handdukstork i badrummet och de som bodde i dessa hus hade inte problem med undertemperatur under vintertid.

Summering av de intervjuer som gjorts i denna undersökning visar att majoriteten är nöjda med inomhusklimatet i huset. De missnöjden som fanns går att eliminera med hjälp av justering av installation (Fyhr m.fl, 2011).

3.4 Transmissionsförlust

Med transmissionsförlust menas den värmeförlust som sker genom en byggnads klimatskal. Största förlusterna sker genom yttervägg, fönster och dörrar, därefter kommer golv, tak och ventilation. Ett lågt U-värde hos ett material har låg värmeförlust medan ett högt värde har högre värmeförlust (Andrén & Tirén, 2010 s.49).

3.5 Konstruktion

Konstruktionen och rätt byggt teknik är avgörande för slutresultatet. För att uppnå passivhusstandard krävs att konstruktören redan i konstruktionsfasen sammanväger vikten av rätt materialval med rätt teknik. Vid byggandet av ett passivhus ställs högre krav på lufttätethet, fukttätethet och isolerförmåga jämfört med traditionellt hus. Linjeköldbryggor måste minimeras och även antalet genomföringar i klimatskärmen. Kritiska punkter som

bör beaktas särskilt är anslutningar mellan byggnadsdelar där det lätt kan uppstå otätheter. Dessa punkter är mellan tak och vägg, vägg och golv, vägg och fönster, el- och VVS-genomföringar (Andrén & Tirén, 2010 s.49).

3.5.1 Grund

Vid grundläggning av ett passivhus måste hänsyn tas till att det inte kommer finnas något värmesystem som hjälper till med uttorkningen av plattan. Det är bra att använda självtorkande betong och vct-talet bör understiga 0,4. Det är av stor vikt att känna till vilka markförhållanden som råder när man dimensionerar markisoleringen. Fuktvandring genom grundkonstruktionen sker då fuktkvoten är högre i marken än i betongplattan. Att plattan hålls varm genom isoleringen hindrar fukten att spridas genom diffusion och kapillärsugning förhindras av kapillärbrytande skikt som oftast består av makadam.

Den vanligaste grundläggning som idag används är platta på mark och för att uppnå passivhusstandard är 300mm cellplastisolering under betongplattan att rekommendera (Andrén & Tirén, 2010 s.63-64).

3.5.2 Yttervägg

För passivhusen idag så krävs ca 450mm isolering för att klara passivhuskraven gällande U-värdet. Isoleras huset med denna tjocklek beräknas det klara även kravet på maximal tillförd effekt. Det är av stor vikt att det inte förekommer någon håltagning i ytterväggens tätskikt. Skulle det förekomma håltagning i tätskiktet är det troligt att täthetskravet inte uppnås. Mellanbjälklaget vilar på insidan av yttreväggens isolering, detta för att minimera köldbryggor (Andrén & Tirén, 2010 s.65).

3.5.3 Takbjälklag

Konstruktionen bör isoleras med ca 500mm isolering för att hålla kravet på 0,08 W/ m² °C. Det finns inget krav på yttertaket men rekommenderat är att ha 70mm isolering mellan råspont och tegelpannor för att uppnå ett varmare klimat på ”kallvinden”. Det förutsätter även att vinden är lufttät utan den traditionella takfotsluftningen (Andrén & Tirén, 2010 s.66).

3.5.4 Fönster/dörrar

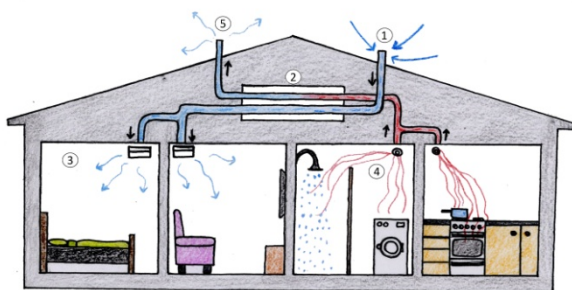
Vid val av fönster och ytterdörrar skall hänsyn tas till hela konstruktionen. Svaga punkter är oftast karm och båge på fönster och karmen till ytterdörren men även val av fönsterglas och dörrblad är av stor betydelse. Fönsterkonstruktioner med rätt förhållande mellan ljus, värmeförluster och värmeinstrålning är viktigt att försöka uppnå (Andrén & Tirén, 2010 s.72).

3.6 Uppvärmning och ventilation

Uppvärmning av ett passivhus sker i de flesta fall genom att tilluften i ventilationssystemet värms upp. Ventilationssystemet är av typ FTX-system (F=frånluft T=tilluft

X=Värmeväxling) vilket innebär från och tilluft med värmeåtervinning. Frånluften sugs ut i frånluftsdonen och värmen i luften tas tillvara på och växlas över till tilluften som sedan fördelas ut i huset via tilluftsdonen. Vid behov tillförs ytterligare värme via ett värmebatteri som sitter i anslutning till värmeväxlaren. Ytterligare värmetillskott sker genom spillvärme vilket är värme som alstras från människor och utrustning i hemmet (hemelektronik, belysning, köksutrustning). För att täcka behovet av tappvarmvatten används i första hand solvärme genom att installera solfångare på taket. Vid de vinterhalvår då det inte räcker enbart med solfångare för att täcka behovet av varmvatten så hjälper elpatronen på varmvattenberedaren till. (Andrén & Tirén, 2010 s47-48 & 73-74).

3.6.1 FTX-system



Figur 3.1. Principen för FTX-system

Bilden publicerad med tillstånd av Ronja Janowicz²

FTX-systemets uppgift är att värma och rena tilluften. Uteluft sugas in genom tilluftskanalen(1) som sedan passerar ned till värmeväxlaren (2) där värme växlas från frånluften till tilluften. Frånluften sugas ut från badrum, kök och tvättstuga (4), efter att värmen tagits till vara på i växlaren går avluften ut (5). Den värmda tilluften förs in i vardagsrum och sovrum (3). Hela systemet är fläktstyrt och kan ge visst buller. För att systemet ska fungera tillfredsställande krävs visst underhåll i form av rengöring av kanaler, fläktar, filter och ventilationsaggregat. (energimyndigheten 2012a).

De olika värmeväxlare som finns att tillgå är värmepump, roterande-, platt- och batterivärmeväxlare.

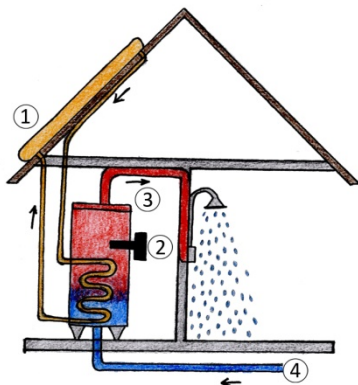
Vid plattvärmeväxlare passerar från- och tilluftskanaler varandra vid ett visst utrymme där värme utbytes. Temperaturverkningsgraden är ca 70% och inget fukt eller förorening förs över vid denna sorts värmeväxling. Frånluft och Tilluft möts aldrig utan passerar i skilda kanaler och endast värme utbytes. (Dahlblom & Warfvinge, 2007 s.3.18).

² Ronja Janowicz alumn från Gävle högskola, design och träteknik, kontakt 20 maj 2012

En batterivärmeväxlare består av två vätskebatterier, den ena i tilluftskanalen och den andra i frånluftskanalen. Vattnet som oftast är blandat med fryspunktssänkande medel flödar mellan kanalerna och tar värme från frånluft- till tilluftskanalen. Verkningsgraden är ca 60%, något lägre än plattvärmeväxlaren men fördelen är att kanalerna inte behöver passera varandra (Dahlblom & Warfvinge, 2007 s.3.18).

Den roterande värmeväxlaren består av ett rotorhjul med ett stort antal små axiella kanaler. Metallbladen är hjulformat lindade lager på lager. En motor driver runt hjulet vars ena halva befinner sig i tilluftskanalen och andra halva i frånluftskanalen. När bladen passerar den varma kanalen lagras värme och fukt på rotorbladet för att sedan avges i tilluftskanalen. Även vid denna sorts värmeväxlare måste kanalerna dras intill varandras för att energin ska kunna förflyttas. Verkningsgraden ligger vanligtvis runt 85% och nackdelen med roterande värmeväxlare är att fukt och föroreningar förs över till tilluften (Dahlblom & Warfvinge, 2007 s.3.17).

3.6.2 Solfångare



Figur 3.2 Solfångare

Bilden är publicerad med tillstånd av Ronja Janowicz³

Solfångaren (1) tar upp värmeenergi från solljuset. Den vanligaste typen av solfångare är plansolfångaren som består av en inglasad låda innehållande absorbatör som är av svartmålad metall och har rör som är påsvetsade där vattnet transporteras. Efter att vattnet blivit uppvärmt cirkulerar det ner till varmvattenberedaren (rymmer normalt ca 300 l) där värmen lagras och värmer det inkommande kalla vattnet (4). När värmetillskottet inte är tillräckligt från solfångaren så hjälper elpatronen (2) till. Varmvattnet distribueras ut (3) till tappstället efter behov.

Den andra typen av solfångare är vakuumsolfångare vilken har en högre verkningsgrad men är en dyrare investering. Den ger under ett år i Sverige 450-775 kWh/kvm medan plansolfångaren ger 300-350 kWh/kvm och år. Driftskostnaden för solfångare är mycket låg jämfört med andra uppvärmningssystem och dess livstid är betydligt längre (energimyndigheten, 2012b).

³ Ronja Janowicz alumna från Gävle högskola, design och träteknik, kontakt 20 maj 2012

4 Resultat

4.1 Fiskarhedenvillans passivhus modell Björken

4.1.1 Klimatskal

Grund: Foamglas, cellplast och betong samt en cellplast ovanpå. Kantbalk helt av foamglas (U-värde = $0,11\text{W}/\text{m}^2\text{ }^\circ\text{C}$)

Yttervägg: Besta-block samt dubbla invändiga regelstommar med en lufttät duk (U-värde $0,10\text{W}/\text{m}^2\text{ }^\circ\text{C}$).

Tak: Oventilerad takkonstruktion med isolering av lösull samt lufttät duk (U-värde $0,07\text{W}/\text{m}^2\text{ }^\circ\text{C}$).

Fönster: Trä/aluminium som är både fast och öppningsbara, alla är inåtgående. Överisolerade karmar vid infästning av fönster (U-värde $0,67\text{W}/\text{m}^2\text{ }^\circ\text{C}$). Levereras av certifierad passivhuskomponentleverantör Firma Wiegand.

Dörrar: Trädörrar som är inåtgående, med glas till klädvård. Samtliga med överisolerad karm vilket innebär att karmen är isolerad för att minimera köldbryggor vid infästning (U-värde $0,73\text{W}/\text{m}^2\text{ }^\circ\text{C}$). Levereras av certifierad passivhuskomponentleverantör Firma Wiegand.

Anslutningar: Köldbryggan vid anslutningen mellan yttervägg och kantbalk är beräknad till $0,04\text{W}/\text{m}^2\text{ }^\circ\text{C}$. Övriga anslutningar beräknas vara fria från köldbryggor (mellanbjälklag, ytterhörn, tak, och fönster).

Fukt/ljud/brand: Hela konstruktionen har fuktsäkerhetsprojekterats vilket innebär att konstruktören i konstruktionsfasen ser till att kraven i Boverkets byggregler (BBR) samt krav som byggherren utöver BBR-kraven ställer uppfylls (Boverket, 2012b). Resultatet från detta visar inte på några fuktproblem med klimatskalets konstruktion och uppbyggnad. Ljudtester visar på att ljudisoleringsförmågan är av hög klass. Ur brandsynpunkt visar tester från SP Träteck att det inte föreligger några hinder eller problem.

4.1.2 Uppvärmning

Uppvärmningssystem ingår normalt inte i villabyggsatsen utan anpassas efter klimatet och omständigheterna som råder vid husets byggplats. Finns fjärrvärme kan detta vara ett alternativ liksom flertalet andra lösningar som exempelvis en bergvärmepump. Idag har det

byggts ett Björken Special i Upplands Väsby och där installerades bergvärme med hjälp av Sveriges minsta bergvärmepump. Med detta uppvärmningssätt kommer den köpta energin hamna mellan 3-4kWh/m² år. Det innebär en total förbrukning på köpt energi om 800 kWh/år för uppvärmning.

I huset som rapporten grundar sig på används endast FTX-systemet för att hålla värmen i huset och solfångare för varmvatten. Dessa tillsammans med tillförd passivvärme täcker upp hela husets energibehov.

4.1.3 Ventilation

Ventilationssystemet är av typ FTX (till- och frånluft med återvinning) och ingår i villabyggsatsen. Aggregatet levereras av Firma Paul som är en tysk leverantör och de uppfyller kraven för att vara certifierad komponentleverantör till passivhus. Systemets övriga komponenter ingår också. Fiskarhedenvillan använder kanaler av typ ”flexirör” istället för traditionella typen Spirorör då det är smidigare och enklare att installera i konstruktionen. Systemet som används klarar av att återvinna 94% av frånluften.

4.1.4 Energiförbrukning

Björken special kommer att certifieras som passivhus enligt den internationella standarden och kommer då att vara det första passivhuset i Sverige som är det inom kategorin enfamiljshus. För att klara internationell passivhusdefinition krävs:

- Maximalt energibehov för uppvärmning 15kWh/kvm år
- Maximalt 0,6 omsättningar/timme som lufttäthet
- Maximalt energibehov för kylning 15kWh/kvm år
- Maximalt primärt energibehov för hela byggnaden 120kWh/kvm år
- Maximalt 25°C inomhustemperatur under 10% av den varmaste perioden.

(fiskarhedenvillan, 2012a)

4.1.5 Byggekostnad

Passivhuset Björken kostar i Skövde kommun att uppföra ca 3 400 000:- exklusive tomt. Då ingår villabyggsats och entreprenad och är av karaktär ”nyckelfärdigt”. Endast byggsatsen kostar ca 1 900 000:- (exklusive entreprenad).

4.2 Fiskarhedenvillans traditionella modell Björken

4.2.1 Klimatskal

Yttervägg: 360mm tjock vägg (U-värde 0,16W/m² °C).

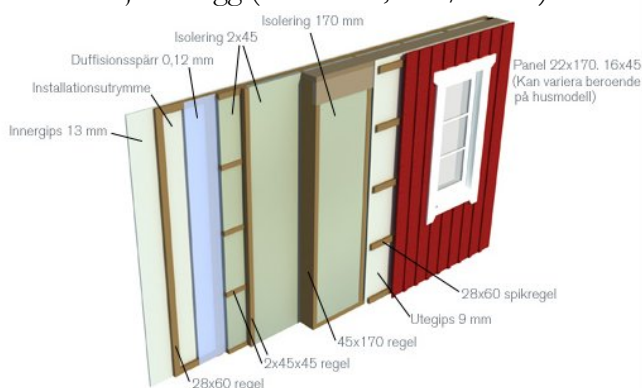


Bild 4.1 Yttervägg i genomskärning av huset Björken byggt på traditionellt vis

Bilden är publicerad med tillstånd av Fiskarhedenvillan

Grund: Platta på mark med 300mm underliggande isolering samt golvvärme (0,12W/m² °C).

Tak: Betongpannor, 22mm råspont, 500mm lösull vindbjälkslag, 360mm lösull snedtak, åldersbeständig diffusionsspärr (0,12). (U-värde 0,07 W/m² °C).

Fönster: 3-glas fönster med aluminiumbeklädd utsida (U-värde 1,0 W/m² °C). Elitfönster.

Dörrar: Dooria dörrar (U-värde 0,9 W/m² °C).

(fiskarhedenvillan, 2012b)

4.2.2 Uppvärmning

Värmekälla är helt upp till husköparen att bestämma. I exemplet har dock valts frånluftsvärmepump som värmekälla.

4.2.3 Ventilation

Huset levereras med frånlufts-system.

4.2.4 Energiförbrukning

Med en inomhustemperatur på 21°C, normalbehov vatten, frånluftsventilation, 4 personer i hushållet så kommer den totala energiåtgången vara 41 kWh/m² år (fiskarhedenvillan, 2012c).

4.2.5 Byggekostnad

Traditionell husmodell Björken kostar i Skövde kommun att uppföra 2 820 000:- exklusive tomt. Då ingår villabyggsats och entreprenad och är av karaktär ”nyckelfärdigt”. Endast byggsatsen kostar 1 300 000:- (exklusive entreprenad). På denna kostnad tillkommer även kostnad för värmesystem, detta system är helt frivilligt men i denna rapport antas att frånluftsvärmepump installeras. Installationskostnad för en frånluftsvärmepump är beroende på leverantör men bestäms till 120 000 kr genom prisförslag från Johansson⁴.

⁴ Sebastian Johansson anställd Bravida Skövde, telefonkontakt 18 maj 2012

Brytpunkten där passivhusets låga energikostnad uppväger det traditionella trähusets lägre produktionskostnad

4.3 Fiskarhedenvillan, modell Björken



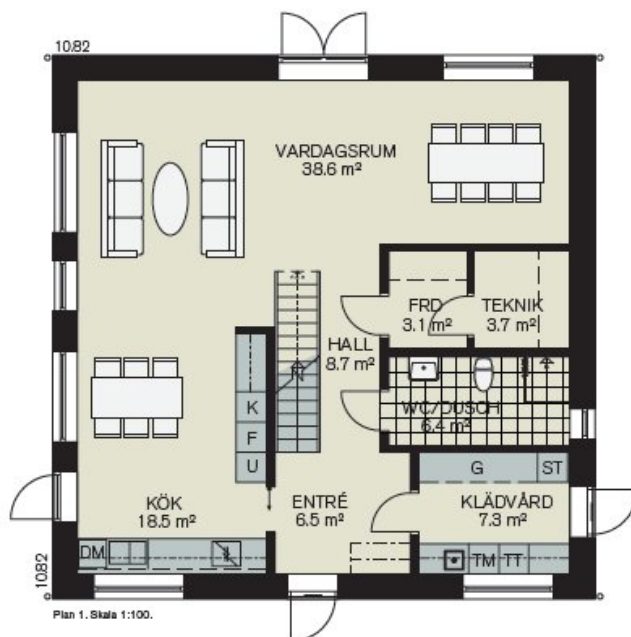
Bild 4.2 Modellen Björken

Bilden är publicerad med tillstånd av Fiskarhedenvillan

Fakta

Typ:	2-plan
Irvändig yta:	193,2 m ²
Plan 1:	96,6 m ²
Plan 2:	96,6 m ²
Antal rum:	6
Varav sovrum:	4

Bottenvåning



Ovanvåning

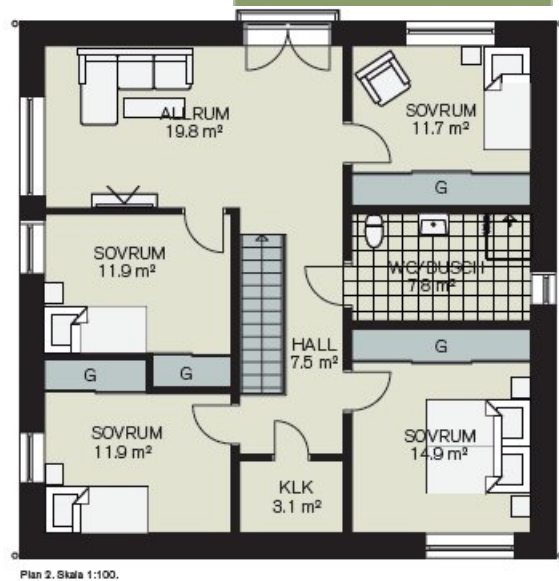


Bild 4.3 Bottenvåning och Ovanvåning i Fiskarhedenvillans hus Björken

Publicerad med tillstånd av Fiskarhedenvillan

4.4 Ekonomisk uppställning / brytpunkten

Tabell 4.1 Sammanställning och jämförelse av husens kostnader

Post	Passivhus	Traditionellt	Skillnad
Byggkostnad (SEK kr)	3 400 000	2 820 000	580 000
Energiförbrukning uppvärmning(kWh)	0	7 921	7 921
Energiförbrukning el (kWh)	5 000	6 000	1 000
Energipris (kr/kWh)	1,75	1,75	-
Total energikostnad (kr/år)	8 750	24 361	15 611

Källa: Offert byggkostnad samt energiförbrukning från Fiskarhedenvillan samt energipris (tillsvidare elpris) från Vattenfall (Vattenfall, 2012).

Skillnaden i elförbrukning för hushållsel beror på att passivhuset är utrustat med energieffektiva lösningar.

(Energiberäkningarna är framtagna av Fiskarhedenvillan. Byggkostnad är för uppförande av husen i Skövde).

Brytpunkten:

$580\,000 / 15\,611 = 37$ år. Det krävs 37 års innehav av passivhuset innan den dyrare byggkostnaden kommer ikapp den lägre energiförbrukningen (räntekostnad beaktas inte). Om stigande elpriser beaktas kommer brytpunkten tidigare. De senaste 10 åren har energipriserna ökat med 80% och beräknas fortsätta öka (Andrén & Tårén. 2010 s.16). Ju fortare energipriserna ökar desto tidigare kommer även brytpunkten att infinna sig. Räknas det i rapporten med fortsatt 8% årlig ökning av elpriset kommer brytpunkten inträffa efter **18 års** innehavstid enligt tabell 4.2. Tabellen visar år för år hur stor skillnad i energiförbrukning det blir vid stigande elpriser om 8% per år.

Brytpunkten där passivhusets låga energikostnad uppväger det traditionella trähusets lägre produktionskostnad

Tabell 4.2 Jämförelse med beräknad energiprisutveckling på +8% per år

	Passivhus	Traditionellt	Skillnad
Total Energiförbrukning / år	5000	13 921	7 921
Energikostnad År1	8750	24361	15611
Energikostnad År2	9400	26310	16910
Energikostnad År3	10152	28415	18263
Energikostnad År4	10964	30688	19724
Energikostnad År5	11841	33143	21302
Energikostnad År6	12788	35795	23007
Energikostnad År7	13811	38659	24848
Energikostnad År8	14916	41752	26836
Energikostnad År9	16109	45092	28983
Energikostnad År10	17398	48699	31301
Energikostnad År11	18790	52595	33805
Energikostnad År12	20293	56803	36510
Energikostnad År13	21916	61347	39430
Energikostnad År14	23669	66255	42585
Energikostnad År15	25563	71555	45992
Energikostnad År16	27608	77280	49671
Energikostnad År17	29817	83462	53645
Energikostnad År18	32202	90138	57936
Total energibesparing passivhus SEK			586359

Källa: Fiskarhedenvillan, Michael Staffas.

Beaktas en ränta om 5% blir resultatet enligt följande:

Räntekostnad per år passivhuset = 3 400 000:- x 0,05 = 170 000:- / år

Räntekostnad per år traditionellt hus = 2 820 000:- x 0,05 = 141 000:- / år

Besparing energi passivhus = 15 611:- / år

Drift/ år passivhuset = 170 000 – 141 000 - 15 611= **15 582:- dyrare/år.**

5 Diskussion

Resultatet visar på att det ur ett ekonomiskt perspektiv där endast byggkostnad beaktas inte är försvarbart att bygga ett passivhus på kort sikt. Idag finns inte svaret på hur mycket ett passivhus stiger i värde jämfört med ett traditionellt hus. Om värdeökningen är större för ett passivhus kommer brytpunkten att ske tidigare. Beaktas en ränta om 5% blir totalkostnaden för passivhuset 15 582:- dyrare / år. Det krävs då en värdeökning som är större för att den skall komma ikapp räntekostnaden. Vi har tagit del av en ovetenskaplig ekonomisk uppställning som visar på att ett traditionellt hus stiger med 20% i värde på 10år och ett passivhus 60% på 10år. Denna ekonomiska uppställning har Michael Staffas på Fiskarhedenvillan fått av tredje part och utgör därför inget underlag från Fiskarhedenvillan som de kan stå upp för. Om vi tar hänsyn till detta så skulle brytpunkten komma vid 3-3,5 år med inräknad ränta och energiförbrukning. Denna uträkning saknar dock vetenskaplig grund och utgår ifrån att passivhuset klassas som ett lågenergihus.

Om personen som uppför byggnaderna lånar pengar för att bygga så kommer brytpunkten vara väldigt avlägsen. Vår uträkning grundar sig i att husen byggs på kontanta pengar. Skulle skillnaden i byggkostnad vara mindre så skulle även brytpunkten komma tidigare än vad vår rapport visar. De nybyggda traditionella husen håller idag en hög standard vad gäller värmegenomsläpplighet. Om man ska investera i ett passivhus så krävs det att uppföraren väger in andra fördelar än enbart minskad energiförbrukning. Som det ser ut idag är energipriset för lågt för att det ska löna sig på kort sikt men trenden visar på ökade energipriser i framtiden vilket gör att brytpunkten kommer tidigare.

Valet av värmekälla spelar in för slutresultatet och bör därför anpassas efter rådande klimat där huset uppförs. Vi valde att använda frånluftsvärmepump i det traditionella huset men bergvärmepump skulle lika gärna kunna varit ett passande uppvärmningssystem.

Resultatet avseende brytpunkten avviker från våra förväntningar innan projektstart då vi förmodade att det skulle röra sig om betydligt kortare tid än vad resultatet visar. Vi märkte även att resultatet är beroende av vilka siffror som används och brytpunkten är beroende av framtida ränteutveckling samt energiprisutveckling.

Fiskarhedenvillan uppför hus med hög standard med U-värden som ligger bättre än Boverkets minimumkrav. De är de första i Sverige som har ett passivhus som blivit certifierat enligt internationell passivhusstandard och får enligt det anses vara marknadsledande. Eftersom vi inte tagit in offerter från andra företag så är det svårt att spekulera i vad det kan kosta att uppföra annan leverantörs passivhus. Det kanske hade varit en skillnad mellan passivhuset och det traditionella huset avseende byggkostnad och därmed en tidigare brytpunkt.

6 Slutsatser

Rapporten visar att det krävs 37 års innehavstid av ett passivhus innan dess produktionskostnad kommer ikapp dess låga energiförbrukning jämfört med ett traditionellt hus med dagens elpris beräknat med konstant pris. Uträkningarna visar dock att med fortsatt årlig elprisökning med 8 procentenheter att brytpunkten inträffar redan vid 18 års innehavstid. Med stigande energikostnader kommer passivhus bli mer lönsamt i framtiden. För att få fart på passivhusbyggandet krävs att det blir hårdare krav och direktiv på all nybyggnation som sker. För att nå Sveriges mål om 20% mindre energianvändning i våra byggnader innan år 2020 måste uppmuntran för att bygga energieffektivt ges till befolkningen i form av subventionerade avgifter för nybyggnation av passivhus. Tidaholms kommun är den första kommunen i hela landet som tagit bort bygglovs kostnader i samband med byggnation av passivhus. För att uppmuntra passivhusbyggnation i våra kommuner måste fler följa denna linje.

Källförteckning

- Andrén, Lars & Tirén Lars (2010) *Passivhus – En handbok om energieffektivt byggande*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst. ISBN 978-91-7333-415-0
- Boverket (Boverket, 2012a) *Bullerskydd i bostäder och lokaler*. Tillgänglig på internet: http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2008/Bullerskydd_bostader_och_lokaler.pdf [2012-06-05]
- Boverket (Boverket, 2012b) *Fukt i byggnader*. Tillgängligt på internet: <http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Bygga-nytt/Fukt-i-Byggnader/> [2012-06-05]
- Dahlblom, Mats & Warfvinge, Catarina (2007) *Installationsteknik för fastighetsmäklare*. Lund: Avdelningen för installationsteknik, Lunds tekniska högskola
- Energimyndigheten (Energimyndighetens styrgrupp 2007) *Kranspecifikation för passivhus i Sverige – Energieffektiva bostäder*. Tillgänglig på internet: <http://www.energimyndigheten.se/Global/F%C3%B6retag/passivkrav.pdf> [2012-04-22]
- Energimyndigheten (Energimyndigheten 2012a) Tillgänglig på internet: <http://energimyndigheten.se/Hushall/Din-ovriga-energianvandning-i-hemmet/Ventilation/FTX-system/> [2012-04-22]
- Energimyndigheten (Energimyndigheten, 2012b) Tillgänglig på internet: <http://energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Solvarme/> [2012-04-22]
- Energirådgivningen (Energirådgivningen 2012) *Bygga nytt*. Tillgänglig på internet: <http://www.energiradgivningen.se/bygga-nytt> [2012-04-22]
- Fiskarhedenvillan (fiskarhedenvillan, 2012a) Tillgänglig på internet: http://www.fiskarhedenvillan.se/vara_hus/Passivhus/Vad-ar-ett-passivhus/ [2012-05-17]

Brytpunkten där passivhusets låga energikostnad uppväger det traditionella trähusets lägre produktionskostnad

Fiskarhedenvillan (fiskarhedenvillan 2012b) Tillgänglig på internet: <http://www.fiskarhedenvillan.se/prislista/Leveransomfattning/>
[2012-05-17]

Fiskarhedenvillan (fiskarhedenvillan, 2012c) Tillgänglig på internet:
http://www.fiskarhedenvillan.se/vara_hus/2-plan/Rodhaken/
[2012-05-17]

Fyhr Kristina, Ruud Svein, Sikander Eva & Svensson Owe (Fyhr m.fl, 2011)
Erfarenhetsåterföring från de första passivhusen – inom miljö, beständighet och brukarvänlighet. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Miljömål (Miljömål.nu) Tillgänglig på internet:
<http://www.miljomal.nu/Miljomalen/Generationsmalet/Uppfoljning/>
[2012-06-05]

Miljöportalen (Miljöportalen, 2012) Tillgänglig på internet:
<http://www.miljoportalen.se/luft/vaexthusgaser/vaexthuseffekt-och-vaexthusgaser-vad-aer-det-egentligen> [2012-06-05]

Vattenfall (Vattenfall, 2012) Tillgänglig på internet:
http://www.vattenfall.se/sv/teckna-elavtal.htm?WT.ac=p_lnk_elpriser
[2012-06-05]