

Avdelningen för Byggnadsfysik

Examensarbete TVBH-5061

Lund 2010

Flerbostadshus med plusenergiteknik

En jämförelse mellan installationstekniska lösningar
med hänsyn till energibalans och livscykelkostnad

Christos Asimakidis

Ricardo Högberg



LUNDS UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

Flerbostadshus med plusenergiteknik

En jämförelse mellan installationstekniska lösningar
med hänsyn till energibalans och livscykelkostnad

Christos Asimakidis
Ricardo Högberg

Avdelningen för Byggnadsfysik
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund
Sverige

ISRN LUTVDG/TVBH--10/5061--SE(76)
©2010 Christos Asimakidis och Ricardo Högberg

Förord

Denna studie är ett examensarbete om 30 högskolepoäng genomfört inom civilingenjörsprogrammet i Väg- och vattenbyggnad mellan augusti 2009 och mars 2010. Arbetet är skrivet för avdelningen för byggnadsfysik på Lunds Tekniska Högskola i samarbete med NCC Teknik.

Vi vill tacka våra handledare på institutionen och på NCC i Malmö och Solna. Först vill vi tacka Mats Öberg, NCC, som var den drivande kraften bakom uppstarten av vårt examensarbete och även under arbetets gång. Vidare vill vi tacka Susanne Svegerud på NCC i Malmö för ett både professionellt bemötande och för möjligheten att få ta del av NCCs arbetsmiljö på kontoret i västra hamnen, Malmö. Vi vill också tacka vår handledare på institutionen Stephen Burke för sitt stora tålamod och för alla ovärderliga timmar han har hjälpt oss när vi behövde ledas in på rätt spår. Stephen, du är och förblir en vän för livet.

Alla andra hjälpsamma personer på institutionen ska även de ha ett stort tack för all support i form av frågor och hjälp med licenser till beräkningsprogram och dylikt. Vår Examinator Birgitta Nordquist vill vi också tacka för allt stöd under genomförandet av examensarbetet.

Vi vill även tacka våra familjer för deras stöd och för deras tro på vår förmåga att fullborda vårt projekt.

Alla andra personer som har hjälpt oss på det personliga planet och som fått glädjas i vår glädje och delat våra fram- och motgångar vet säkerligen vilka de är och de ska ha ett stort tack.

Sammanfattning

Titel	Flerbostadshus med plusenergiteknik – en jämförelse mellan installationstekniska lösningar med hänsyn till energibalans och livscykelkostnad.
Författare	Christos Asimakidis, civilingenjörsutbildningen i väg- och vattenbyggnad, Lunds Tekniska Högskola. Ricardo Högberg, civilingenjörsutbildningen i väg- och vattenbyggnad, Lunds Tekniska Högskola.
Handledare	Mats Öberg, NCC Construction Sverige AB/Tekniska plattformar Susanne Svegerud, NCC Teknik i Malmö. Stephen Burke, avdelningen för Byggnadsfysik, Lunds Tekniska Högskola.
Examinator	Birgitta Nordquist, avdelningen för Installationsteknik, Lunds Tekniska Högskola.
Språk	Svenska
Rapport	Examensarbete vid avdelningen för byggnadsfysik vid Lunds Tekniska Högskola. Utfört i samarbete med NCC teknik under höstterminen 2009 och vårterminen 2010.
Syfte	Studien syftar till att ge en inblick i plusenergihus möjlighet att minska energianvändningen i bostäder. Även ekonomi studeras för att kontrollera om avkastningen från såld el kan motivera den extrainvestering som det innebär att bygga plusenergihus.
Metod	Studien genomförs med hjälp av litteraturstudie, datastudie, intervjuer samt beräkningar i olika energisimuleringsprogram såsom VIP+ och HEAT2. Livscykelkostnadsanalys används för den ekonomiska studien.
Slutsatser	Studien påvisar svårigheterna att bygga flerbostadshus som plusenergihus. Speciellt svårt blir det om solceller valts som energikälla då dessa ännu inte har den kapacitet som krävs. För att bygga energieffektiva flerbostadshus i dagsläget föreslås istället passivhus teknik för att minimera livscykelkostnaden, baserat på det energipris som antagits i studien.
Nyckelord	Plusenergihus, energieffektivt byggade, solenergi, lågenergi, passivhus, energiberäkning, LCC.

Abstract

Title	Multi-dwelling houses with plus-energy technique
Authors	Christos Asimakidis, Civil Engineering, Lund Institute of Technology. Ricardo Högberg, Civil Engineering, Lund Institute of Technology.
Supervisors	Mats Öberg, NCC Engineering/Technical Platforms, Stockholm. Susanne Svegerud, NCC Engineering in Malmö. Stephen Burke, Department of Building Physics, Lund Institute of Technology.
Examiner	Birgitta Nordquist, Department of Building Services, Lund Institute of Technology.
Language	Swedish
Report	The master thesis was written at the department of Building Physics at the Faculty of Engineering, LTH, at Lund University in cooperation with NCC during the fall of 2009 and the spring of 2010.
Aim	The purpose of the thesis is to investigate the possibility of reducing energy dependence in multi-dwelling houses with the use of plus energy technique. The economical aspects are studied to see if the extra investment in building plus energy houses can be motivated.
Method	The thesis is conducted through studies of literature, the world-wide-web, interviews and calculations in several energy calculation programs such as VIP+, HEAT2 and Belok for the economic study.
Conclusion	The thesis shows the difficulties when building multi-dwelling houses with plus-energy technique with solar cells as the energy source. The construction method will result in high investment costs due to poor performance in the solar cells that are produced today. This will change with the development of more efficient solar cells and lower prices as a result of higher demand and increased number of units produced. To build energy efficient multi-dwelling houses in today's market the passive house technique is recommended, this will result in lower life cycle cost.
Keywords	Plus energy house, energy efficient construction, solar power, low energy houses, passive house, energy calculations, passive house, energy calculations, life cycle cost.

Terminologi

Atemp:

Arean som byggnadens specifika energianvändning ska beräknas efter. Atemp är invändig area för respektive våningsplan som uppvärms till mer än 10°C.

Avkastning:

Beskriver vinst i förhållande till investerat kapital.

BBR:

Boverkets byggregler, innehåller alla krav som ställs på en byggnad i Sverige.

BOA:

Boarea, avser bruksarea för boutrymmen.

BTA:

BTA står för en byggnads bruttoarea, dvs. den yta som begränsas av byggnadens eller byggnadsdelarnas utsida.

Dimensionerande utetemperatur (DUT):

Temperatur som används vid beräkning av uppvärmningsbehovet i en byggnad.

Green Building:

Ett system som lanserades 2004 av EU-kommissionen för att kunna kvalitetsmärka energieffektiva byggnader. Kriterierna för Green Building är att sänka energiförbrukningen i fastigheten med 25 % mot kraven i BBR.

Energiberäkning:

Energiberäkningar utförs genom olika simuleringar i projekteringsstadiet för att få en uppfattning om en byggnads energianvändning.

Energideklaration:

Resultatet av en lag som infördes 2006 för att deklarerar en byggnads energianvändning.

FTX:

Från- och tillluftsventilation med värmeväxling, återvinner värme från frånluften och för över denna till tilluften.

Gradtimmar:

Gradtimmar är summan av dygnsmedeltemperaturens avvikelse från en referens-temperatur. I Stockholm antalet gradtimmar ca 100 000 per år.

Horisontalvinkel:

Indata i VIP+ beräkning som anger vinkeln från en byggnads lägsta punkt till horisonten i 8 väderstreck.

Hybridventilation:

En hybrid mellan mekanisk ventilation och självdrag som utnyttjar de naturliga drivkrafterna som åstadkoms av vind och temperaturskillnader. När de naturliga drivkrafterna inte räcker till kompletteras pådrivs ventilationen av en fläkt.

Klimatskal:

Det yttre skalet av en byggnad, dvs. grund, ytterväggar (inkl fönster), tak, och dörrar

Köldbrygga:

Ett specifikt område av klimatskalet som har en sämre isoleringsförmåga än resterande konstruktion.

LCC:

Livscykelkostnad innebär den totala kostnaden för en komponent under dess livslängd.

Passivhus:

Passivhus är ett välisolerat hus som till stor del värms upp av den energi som redan finns i huset i form av människovärme och restvärme från installationer. Effektkravet för bostäder och lokaler för ett passivhus i zon 3 är att det ej får använda mer energi än $10 \text{ W/m}^2 A_{\text{temp} + \text{garage}}$

Plusenergihus:

Ett hus som genererar mer energi än det förbrukar på årsbasis.

Solpanel:

En solpanel är en samling solceller som omvandlar solinstrålning till elektricitet.

Solfångare:

En solfångare tar emot solstrålar och omvandlar dess energi till värme. Det finns plana solfångare och vakuumrörsolfångare.

Självdrag:

En ventilationsmetod som fungerar genom tryckskillnader mellan inomhusluften och utomhusluften som uppstår då utetemperaturen är lägre än innetemperaturen samt vindtryck.

U-värde:

Ett mått som används för att bestämma hur mycket värme som transporteras genom en yta på en kvadratmeter då skillnaden mellan inomhus- och utomhustemperaturen är en grad.

VIP+:

Ett beräkningsprogram som räknar ut en byggnads energibalans.

Värmeväxlare (VWX):

En installation som används för överföring av värmeenergi från ett medium till ett annat utan att blandas. I byggnader används värmeväxlare för tillvaratagande av värmeenergi från både ventilation och spillvatten.

Värmepump:

En installation som överför värme från en kall plats till en varm plats genom användandet av fasövergångar.

Innehållsförteckning

Förord.....	1
Sammanfattning	2
Abstract.....	3
Terminologi.....	4
1 Inledning	9
1.1 Bakgrund.....	9
1.2 Syfte och mål	11
1.3 Frågeställning.....	11
1.4 Avgränsningar.....	11
2 Metod och förutsättningar	13
2.1 Tillvägagångssätt	13
2.2 Referenshus för beräkningar	15
2.3 Antaganden	16
2.3.1 Heat2	16
2.3.2 Antaganden för indata i VIP+:	16
2.4 Indata beräkningsprogram.....	18
2.4.1 Vip+	18
2.4.2 NCC Base line.....	18
2.4.3 NCC Lågenergikoncept.....	20
2.4.4 Beckomberga plusenergi.....	20
2.5 LCC-analys	22
2.5.1 Fönster.....	22
2.5.2 NCC Baseline.....	22
2.5.3 Plusenergihus	23
2.5.4 Enerkipriser	23
3 Teori.....	25
3.1 Energi.....	25
3.1.1 Energianvändning i bostäder.....	25
3.1.2 Plusenergihus	26
3.1.3 Installationer använda i plusenergihus	26
3.1.4 Beräkningsprogram.....	29
3.2 Ekonomi	30
3.2.1 Investering.....	30
3.2.2 Försäljning av el till elnätet.....	30
3.2.3 LCC:.....	30
4 Exempel på plusenergihus och passivhus	31
4.1 Bolig for livet.....	31
4.2 Villa Åkarp.....	35
4.3 Beckomberga passivhus.....	37
5 Beräkningar – Resultat.....	39
5.1 HEAT2.....	39
5.2 VIP+.....	39
5.2.1 NCC Base line.....	39
5.2.2 NCC Lågenergi	40

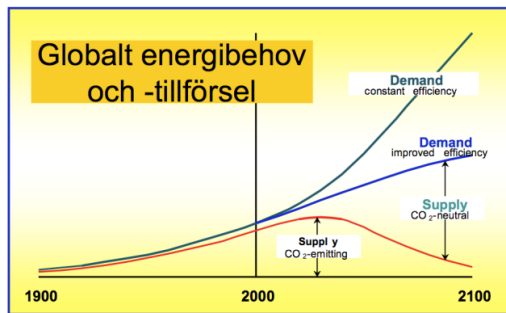
Flerbostadshus med plusenergiteknik

5.2.3	Plusenergi.....	40
5.3	LCC.....	41
6	Beräkningar – Slutsats	43
6.1	NCC Base line.....	43
6.2	NCC Lågenergi	43
6.3	Plusenergihus	43
7	Diskussion.....	45
	Referenser	46
	Bilaga 1 – Enormberäkningar NCC	48
	Bilaga 2 - HEAT2, beräkningar av köldbrygga	54
	Bilaga 3 – Resultat VIP+	58
	Bilaga 4 – Indata LCC-analys.....	71

1 Inledning

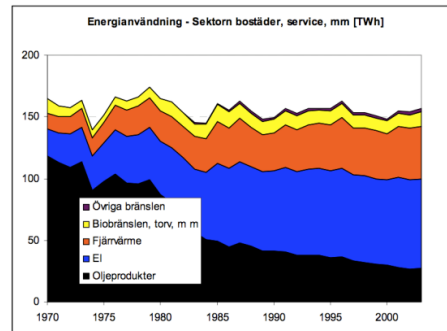
1.1 Bakgrund

Sedan industrisamhällets början har människan kommit att förlita sig på billig energi. Dock har inte konsekvenserna varit uppenbara förrän på senare tid, med detta menas kostnaden för miljön och även det faktum att oljelagret är ändligt. Med detta faktum är det inte svårt att se en kommande prisökning på energin vi förlitat oss på. I och med denna insikt har fokus förts från fossila bränslen till förnybara energislager.



Arne Elmroth, 2009-02-12

Figure 1 - Globalt energianvändning¹



Arne Elmroth, 2009-02-12

Figure 2 - Energianvändning i sektorn bostäder, service mm²

Ett annat skäl till att människor gör ett aktivt val i och med bytet till förnybara bränslen är det ökade miljömedvetandet och att energieffektivitet kommit att bli populärt. Med en högre efterfrågan för ”gröna” lösningar måste även företagen ge sig in på den linje, detta har lett till att många företag valt att ändra sin miljöprofil för att sänka sin miljöpåverkan. Ett exempel på detta är att NCCs beslut att från och med 1 juli 2009 bara använda grön el, dvs. el som tas från förnybara energikällor som vatten, sol, vind, våg och biobränsle. Denna elproduktion tillför relativt lite koldioxid till atmosfären vid utvinning.³

I Sverige står energianvändningen i bebyggelse för 40 % av landets totala energianvändning. Under en byggnads livstid går ca 84 % av energianvändningen åt till att driva huset, ca 15 % i byggskedet och ca 1 % i transporter. Detta gör den långsiktiga energianvändningen intressant för påverkan.⁴För att minska den totala energianvändningen i Sverige innebär en minskning av energianvändningen i byggbranschen således väldigt mycket. Med dessa siffror som bakgrund har Boverket infört nya direktiv i Boverkets byggregler utgåva 2006⁵för energianvändning vid nybyggnation säger att maximal energiåtgång i det färdigställda huset ej får överstiga 110/130/150 kWh/kvm BRA, år för Sveriges tre klimatzoner.

^{1,2} Föreläsning Komplexa Byggnader – EU-direktiv om energianvändning, 2009-09-23

^{3,4} <http://www.ncc.se>, 2009-11-15

⁵ Boverkets byggregler 2006

För att minska det köpta energibehovet i driften av en byggnad går det att antingen använda mindre energi eller producera energin själv. Med denna bakgrund har pionjärer som exempelvis Karin Adalberth bestämt sig för att studera möjligheten att producera egen energi i sitt hushåll i ett så kallat "*plusenergihus*". För att lyckas med en smidig övergång måste möjligheter hittas för att både kostnadseffektivt och estetiskt montera kraftverk på eller i närheten av sina egna hus. Och genom att producera mer el än vad som förbrukas kan en intäkt genereras som kan hjälpa till att betala för den extra investering som detta innebär. Idag är det möjligt att genom montera solceller på en del av sitt tak producera mer el än vad som förbrukas i hushållet. Därmed kan varje hus vara sitt eget kraftverk. Dock är det inte möjligt att sälja överskottet till marknaden till ett pris som motiverar denna extrainvestering.⁶

⁶ Karin Adalberth, 2009-06-29

1.2 Syfte och mål

Studien syftar till att ge en inblick i plusenergihus möjlighet att minska energianvändningen i bostäder. Även ekonomi studeras för att kontrollera om avkastningen från såld el kan motivera den extrainvestering som det innebär att bygga plusenergihus.

- Går det att bygga ett flerbostadshus som plusenergihus med installationer funna på dagens marknad?
- Är det ekonomisk försvarbart att investera i de installationer som krävs för att bygga ett plusenergihus med avseende på intäkter genererade av såld elektricitet?

1.3 Frågeställning

Energianvändningen för ett normalt svenskt hushåll har ökat markant de senaste decennierna, vilket är till följd av höjd boendestandard. Detta har uppmärksammats i samband med högre energikostnader och större miljömedvetenhet, vilket har lett till att ett EU-direktiv har utformats för att gälla i alla medlemsstater. Detta direktiv går ut på att reglera energianvändningen i våra bostäder. För att möta dessa krav måste alla bostäder energideklarerars, detta ska ske antingen vid nybyggnad eller vid försäljning av odeklarerat hus.

Vid nybyggnation finns det ett antal lösningar som kan tillämpas för att ge en så låg energipåverkan som möjligt. Hitintills har byggnation av så kallade passivhus varit populär för att få ned energianvändningen. Dock kan konceptet passivhus förbättras avsevärt genom att använda tekniska lösningar som ger ett energiöverskott och på så sätt få ett plusenergihus. Några av dessa lösningar är solceller, värmeväxlare samt förbättringar av klimatskalet.

Examensarbetet utgörs av en jämförelse mellan installationstekniska lösningar i ett antal fiktiva plusenergihus med avseende på investerings- och driftskostnader, energianvändning samt vissa komfortaspekter och sammanställs för att visa den mest optimala tekniska lösningen för byggnation av plusenergihus, med avseende på både ekonomi och miljö.

d.v.s. går det att bygga plusenergibostäder med en rimlig avkastning så att gemene man kan göra den extrainvestering som krävs?

1.4 Avgränsningar

För att kunna undersöka relevanta delar enligt syfte och frågeställning avgränsas studien enligt nedanstående punkter:

- Studien gäller flerbostadshus i projekteringskedet.
- Endast passivhus studeras för att rapporten ska grundas i energieffektiva hus.
- Inventeringen av marknaden för installationer för plusenergihus begränsas för att enbart gälla den svenska marknaden.
- Som modell för studien ligger NCCs stadsvillor i Beckomberga, Stockholm.
- I livscykelkostnads kalkylen kommer enbart dagens rådande prissättning på såld el användas, studien bortser helt från eventuella subventioner då framtiden är oviss på detta område.

Flerbostadshus med plusenergiteknik

- För luftläckage genom byggnadsdelar antas alla väggar och fönster i modell NCC Base line och NCC Lågenergi ha samma värde.

2 Metod och förutsättningar

Examensarbetet har genomförts på institutionen för Bygg- och miljöteknologi i samarbete med NCC Teknik. I detta kapitel skall den metodik som använts i studien presenteras. Beräkningsmetoder som använts för beräkning av energidata och ekonomisk kalkyl beskrivs. Den slutgiltiga metoden diskuteras i slutet av kapitlet.

Studien avser flerbostadshus vid nyproduktion. De flerbostadshus som har valts som referensobjekt presenteras nedan:

- Beckomberga Passivhus, NCC – i rapporten kallad för NCC Base line.
- Beckomberga Passivhus med NCC lågenergivägg – i rapporten kallad för NCC Lågenergi.
- Beckomberga Plusenergihus.

2.1 Tillvägagångssätt

För att få en inblick i dagsläget när det kommer till plusenergi i Sverige genomfördes en litteraturstudie där tidigare examensarbeten granskades för att ge försäkran att studien inte redan gjorts. Därefter flyttades fokus till arbetets ingående delar.

Ett flertal studiebesök gjordes för att få en inblick i teorin bakom tillämpningen av plusenergi. Därefter gjordes det slutgiltiga valet av modellhus som grundas i tanken i att undersöka möjligheten att få ett flerbostadshus till att bli en tillgång för energiproduktion istället för en belastning. Tanken är att starta med ett passivhus för att utgångsläget ska vara så fördelaktigt som möjligt, därefter föra på marknadens bästa installationer gällande verkningsgrad och livslängd samt återbetalningstid för att se om genomförandet från passivhus till plusenergihus är möjlig för studiens modellhus. Då studien genomfördes på NCC valdes deras aktuella projekt, i Beckomberga, Stockholm där de bygger passivhus, för vidare studier då objektet matchade de tänkta förutsättningarna.

För att komma igång med studien behövdes ett stort underlag av indata för kommande beräkningar och analyser. Detta ledde till en grundläggande inventering av utbudet på den svenska marknaden av installationsteknisk apparatur använda i plusenergihus. Vid avslutad inventering genomgicks en analys av det insamlade materialet för att sälla ut installationer med högst verkningsgrad samt lägst livscykelkostnad.

Då NCC gjort energiberäkningarna för Beckomberga Passivhus i programmet Enorm och studien grundas i beräkningar i programmet VIP+ (se kapitel 2.1.4) byggdes en modell, ”NCC Base line”, med samma förutsättningar som användes i Enormberäkningarna. När beräkningarna i VIP+ var klara jämfördes dessa mot Enormberäkningarna, dels för att jämföra resultaten av de två programmen och dels för att ligga som bas för kommande ändringar i både installationsval samt klimatskal. All indata som använts i energiberäkningarna presenteras som bilaga i slutet av rapporten.

Resultaten från NCC Base line tillhandahölls från NCC i formatet PDF, dock valdes en total kontroll av indata där de tillhandahållna ritningarna låg som underlag för ny

indata. Då bygghandlingarna tillhandahölls som PDF kopior och alla mått togs med skalstock från dessa accepterades en viss felmarginal. Felmarginalen ansågs vara av liten vikt för rapportens resultat. I detta skede undersöktes även den fria ytan på tak och väggar som eventuellt kan utnyttjas för el- eller värmeproduktion.

Då NCC nyligen kommit med ett lågenergikoncept, NCC lågenergi, valdes även en studie i skillnaden mellan NCC Base line och NCC Lågenergi. Detta för att se om det nya lågenergikonceptet har bättre förutsättningar för konstruktion av lågenergihus än den konstruktion som valdes i Beckomberga. Lågenergikonceptet innebär en ny lågenergivägg med ny klimatskalsupbyggnad, se kapitel 2. Utöver dessa två beräkningar genomförs en tredje beräkning där NCC Lågenergi utgör grunden för det tänkta plusenergihuset. Här förs de installationer som valts i inventeringsskedet på modellen.

Studien kompletteras även med en studie av uppenbara köldbryggor och deras inverkan på väggarnas värmeledningsförmåga. Med dessa köldbryggor menas de stålpelare som är inbyggda i väggisoleringen. Köldbryggorna analyseras i programmet Heat2 och förs på indata för NCC Base line och NCC Lågenergi i VIP+ beräkningarna. I beräkningsmodell NCC Plusenergi tas de uppenbara köldbryggorna bort i samråd med expertis på Byggnadsfysikavdelningen för att studera deras inverkan på resultatet. De köldbryggor som räknats med i de tillhandahållna Enormberäkningarna behålls i alla tre modeller.

Resultaten från de tre beräkningarna jämförs sinsemellan för att ge en inblick i eventuella förbättringar som ska ligga till grund för det kommande plus-energihuset. Då studien avgränsas för att enbart gälla modell tre, NCC Plusenergi, dimensioneras de installationstekniska lösningarna för att tillfredställa det energibehov, i form av el och värme, som ges i resultatet av denna modells VIP+ beräkning.

När maximal energiproduktion hittats för modellhuset ”NCC Plusenergi” vägs denna mot den extrakostnad som den skulle innebära. Denna analys har som uppgift att undersöka om investeringskostnaden kan vara självbärande under installationernas livslängd. Detta görs med en LCC-analys som visar om konceptet är teoretiskt försvarbart. LCC-analysen förklaras i kapitel 2.2. LCC-analysen utförs i Energimyndighetens beräkningsverktyg BELOK.⁷

Resultatet diskuteras i diskussionskapitlet.

⁷ www.belok.se, 2010-03-21

2.2 Referenshus för beräkningar

Referenshus för rapportens beräkningar är NCC projekterade passivhus i Beckomberga utanför Stockholm. Det aktuella området består av fem stadsvillor, hus A-E, av dessa valdes hus B för kommande beräkningar då hus B är det som bäst representerade området när det kommer till horisontalvinkel för solinstrålning, se bild 13.



Bild 13 - Situationsplan Beckomberga Passivhus⁸

Den indata som använts i NCCs Enormberäkningar ligger som grund för kommande beräkningar, se bilaga 1, och rapportens metod, kapitel 5. Då en del av rapportens syfte är att undersöka möjligheten att med dagens teknik bygga ett flerbostadshus som plusenergihus kommer alla positiva och realistiska förändringar möjliga gällande U-värden och täthet appliceras på referenshuset för att få en så fördelaktig beräkningsmodell som möjligt. I och med detta kommer NCCs nya lågenergikoncept⁹ appliceras på referenshuset och därmed ge en bild av skillnaden mellan det projekterade klimatskalet och det nya lågenergikonceptet.

För vidare kalkylering i VIP+ av plusenergihuset kommer viss indata från NCCs Enormberäkningar samt indata från NCCs lågenergikoncept ligga som grund för beräkningsmodellen. Här ska installationsdata från inventeringsskedet föras på. I simuleringsprogrammet VIP+ har följande data använts för beräkning av de tre modellernas energibalans. Indata redovisas efter respektive beräkningsmodell och byggnadsdel.

⁸ NCC, 2009

⁹ NCC Lågenergikoncept, 2009

Den indata som antagits för genomförandet av rapporten redovisas nedan.

2.3 Antaganden

2.3.1 Heat2

I Heat2 beräknas de köldbryggor som uppstår av att stålpelarna placerats i väggarnas isolering. Detta för att undersöka eventuell förbättring av klimatskalet vid placering av pelarna innanför isolerskiktet. Se bilaga HEAT2.

Ytterligare antaganden:

Randvilkor i Heat2:

- Temperaturdifferensen har satts till 1 grad K
- Värmeövergångsmotstånd är satt till $R_{si}=0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ och $R_{se}=0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$.

2.3.2 Antaganden för indata i VIP+:

För att genomföra beräkningar i VIP+ måste vissa antaganden göras, hit hör olika indata presenterade i tabell 2. Följande antaganden har tagits fram med hjälp av vår handledare Tekn. Dr. Stephen Burke, NCC:s energiberäkningar samt användarmanualen för VIP+.

Antaganden VIP+	Base line	Lågenergi	Plusenergi
Solreflektion från mark	40%	40%	40%
Läckflöde fönster l/s, m ²	0,6	0,6	0,3
VerksamhetsenergiW/m ²	4,63	4,63	4,63
TappvarmvattenW/m ²	3,5	3,5	3,5
Maximal innetemperatur	27°C	27°C	27°C
Minimal innetemperatur	20°C	20°C	20°C
Förlustkoeff. 1, Solvärme	2,4	2,4	2,4
Förlustkoeff. 2, Solvärme	0,03	0,03	0,03
Absorptionsfaktor, Solvärme	0,82	0,82	0,86
Solfångararea (m ²)	30	30	40
Solcellsarea (m ²)	0	0	190
Fönster U-värde (W/m ² K)	0,9	0,9	0,6

Tabell 1 - Antaganden VIP+

Köldbryggor beräknade i projekteringen och tillhandahållna av NCC i form av Enormberäkningar antas gälla för alla tre modeller. Ritningarna från projekt NCC Base line har studerats för att verifiera all indata som mottagits av NCC i form av energisimuleringar utförda i programmet Enorm. Vidare har ett urval av köldbryggor identifierats och därefter simulerats i värmeledningsberäkningar utförda i programmet Heat2. Resultaten från Heat2 beräkningarna har förts in som indata i energisimuleringsprogrammet VIP+.

För att få en inblick i marknadens utbud när det kommer till installationer använda i Plusenergihus har marknaden inventerats när det kommer till värmepumpar, värmeväxlare, fönster, solfångare och solceller. Ur detta material har installationer med bästa verkningsgrad kontra livslängd analyserats och valts som indata för kommande beräkningar i VIP+ av ”Beckomberga Plusenergihus”.

Den ekonomiska analysen har tagit hänsyn till investeringskostnader, driftskostnader, intäkter och livslängd. Resultatet av analysen kommer ligga som grund för rapportens slutgiltiga aktualitet. Valet av investeringskalkyl baseras på en LCC-analys (Life CycleCost) då andra metoder såsom PayOff-metoden ansågs alldeles för osäker för studien. LCC-analysen bedömdes vara den mest pålitliga investeringskalkylen då variationer på kalkylräntan tas i beaktande.

2.4 Indata beräkningsprogram

2.4.1 Vip+

Nedan presenteras använd indata i beräkningsprogrammet VIP+. Installationer är desamma i fallen NCC Base line och NCC Lågenergi, dessa presenteras i bilaga 1.

I fallen NCC Lågenergi och Plusenergi är byggnadskomponenterna desamma och presenteras således ej i Plusenergifallet.

2.4.2 NCC Base line

All data härstammar från Enormberäkningar tillhandahållna av NCC¹⁰. I tabell 1 presenteras indata för klimatskal och platta på mark. I tabell 2 presenteras NCCs installationsval. För komplett indata till VIP+ beräkningar innehållande installationer, se bilaga 1.

Byggnadskomponenter

NCC Övre tak

Material	d (m)	λ (W/mK)	C_p (MJ/m ³ K)
Betong 1,7	0,16	1,7	800
Avjämningsmassa	0,05	0,8	800
Cellplast40	0,3	0,04	1400
Sundolitt S100	0,05	0,037	1400
Sammansatt U-värde			0,119 W/m ² ,K

NCC Nedre tak

Material	d (m)	λ (W/mK)	C_p (MJ/m ³ K)
Betong 1,7	0,16	1,7	800
Avjämningsmassa	0,07	0,8	800
Cellplast40	0,45	0,04	1400
Sammansatt U-värde			0,105W/m ² ,K

NCC Vindsvägg

Material	d (m)	λ (W/mK)	C_p (MJ/m ³ K)
Asfaboard	0,003	0,065	1170
Trä	0,022	0,14	2300
Isodrän 35	0,03	0,036	1400
Gipsskiva	0,013	0,22	1100
Mineralull 36	0,21	0,036	840
Gipsskiva	0,013	0,22	1100

¹⁰ Bilaga 1

Flerbostadshus med plusenergiteknik

Sammanfatt U-värde				0,095 W/m ² ,K
NCC Utfackningsvägg				
Material	d (m)	λ (W/mK)	C _p (MJ/m ³ K)	
KC-bruk	0,02	1	800	
Isodrän 35	0,03	0,036	1400	
Mineralull 36	0,33	0,036	840	
Gipsskiva	0,013	0,22	1100	
Sammanfatt U-värde				0,098 W/m ² ,K
Platta på mark				
Material	d (m)	λ (W/mK)	C _p (MJ/m ³ K)	
Drängrus	0,15	1,4	1000	
Cellplast 36	0,3	0,036	1400	
Betong 1,7	0,24	1,7	800	
Sammanfatt U-värde	0-1 m			0,258 W/m ² ,K
	1-6 m			0,192 W/m ² ,K
	>6 m			0,175 W/m ² ,K

Tabell 2 - Indata NCC Base line, klimatskal¹¹

¹¹ Bilaga 1

2.4.3 NCC Lågenergikoncept

I beräkningsmodell 2, NCC Lågenergi, byter NCC lågenergikoncept ut de delar som konceptet berör, då konceptet bara visar en typvägg antas isolertjocklekar, se kapitel antaganden 4.3. För installationer används samma indata som för NCCs lågenergikoncept för att ge en bild av eventuella förändringar i husets energikrav och U-värden. För komplett indata till VIP+ beräkningar innehållande installationer, se bilaga 1.

Byggnadskomponenter

NCC Lågenergivägg

Material	d (m)	λ (W/mK)	C_p (MJ/m ³ K)
KC-bruk	0,01	1	800
Mineralull 36	0,41	0,036	840
Gipsskiva	0,013	0,22	1100
Sammansatt U-värde			0,086 W/m ² ,K

NCC Lågenergivindsvägg

Material	d (m)	λ (W/mK)	C_p (MJ/m ³ K)
KC-bruk	0,01	1	800
Mineralull 36	0,41	0,036	840
Gipsskiva	0,013	0,22	1100
Sammansatt U-värde			0,086 W/m ² ,K

Tabell 3 - Indata VIP+, byggnadsdelar¹²

2.4.4 Beckomberga plusenergi

I Beckomberga plusenergihus används NCCs Lågenergikoncept som grund för fortsatta beräkningar i VIP+. Till detta förs nya installationer framtagna i inventeringsskedet. Detta ska ge en bild av energibehovet i form av värme och el.

Byggnadskomponenter

Byggnadskomponenter använda i beräkning av plusenergifallet är desamma som gäller för Beckomberga lågenergi.

¹² Bilaga 1

Installationer

Efter inventering utsågs de bästa installationerna för plusenergifallet. Fönstervalet baserat helt och hållet på lägst U-värde, som någon funnen tillverkare levererar. För solfångare, solceller, värmepump och värmeväxlare är verkningsgraden den bestämmande faktorn. Ackumulatortank valdes efter optimalt pris och volym. Förutom ackumulatortanken togs ingen hänsyn till inköpskostnad. Inköpskostnaden studeras först i LCC-kalkylen. Valda installationer presenteras nedan. För detaljerad produktinformation hänvisas till respektive tillverkare, för investeringskostnader hänvisas till LCC-kalkyl i kapitel 2.5.3.

Fönster	VELFAC 200i, energy/energy $U=0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
Solceller	PVE-Sweden, PVE-MTF1-235-6
Solfångare	Exosol OPC15
Värmepump	NIBE F1245
Akkumulatortank	NIBE ASIL
Värmeväxlare	Recindovent 250S
Spillvattenvärmeväxlare	Power-pipe

I Plusenergifallet är beräknad area solfångare 40 kvm (rödmarkerat). För solceller är den beräknade arean 190 kvm (blåmarkerat) som är beräknat efter ett maximalt utnyttjande av takytan, se bild 14.

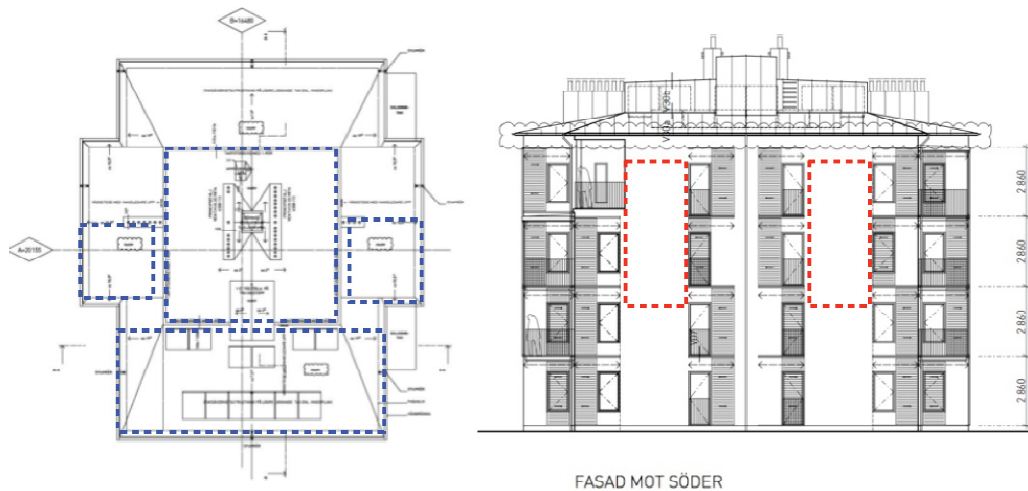


Bild 14 - I beräkningar utnyttjad takyta för solceller och solvärme¹³

¹³ NCC, 2009

2.5 LCC-analys

Indata i LCC-analysen bygger på resultat från VIP+ beräkningar.

2.5.1 Fönster

Nedan presenteras kostnader för fönster, dessa är riktlinjer från det valda fabrikatet VELFAC 200i och multipliceras med en faktor 1,3, i samråd med VELFAC, för fönster med U-värde = 0,9 W/m²K och 1,5 för fönster med U-värde = 0,6 W/m²K.

Vägledande kostnad fönster Hus B

Fönstertyp	Antal (st)	Bredd (mm)	Höjd (mm)	Kostnad (kr)	Total kostnad (kr)
F1	2	490	1640	3442	6884
F1A	5	490	1640	3803	19015
F1AL	1	490	1640	3803	3803
F2	34	890	1640	4714	160276
F2L	10	890	1640	4714	47140
FD3	12	890	2190	7404	88848
FD3L	3	890	2190	7404	22212
FD4L	3	1990	2190	12343	37029
FD5	10	1990	2190	12343	123430
FD6	3	1990	2090	12170	36510
Summa	83				545147

Tabell 4 - Vägledande kostnad fönster hus B¹⁴

2.5.2 NCC Baseline

INDATA LCC (NCC)

Installation	Investering (kr)	Energibehov (kWh)	Drift (kr/år)	Underhåll (kr/år)	Livslängd (år)
Fönster	708691,1	0	0	0	40
Solfångare+acktank	183804,75	0	0	4000	25
Fjärrvärme	120000	32000	25945	5000	25
Värmeväxlare	238500	12108	15619	4770	25

Tabell 5 - Indata LCC-kalkyl "NCC Baseline"

¹⁴ VELFAC, 2009

2.5.3 Plusenergihus

Installationernas investeringskostnader är tagna från leverantörer redovisade i kapitel 2.4.4.

INDATA LCC (NCC)

Installation	Investering (kr)	Energibehov (kWh)	Drifts (kr/år)	Underhåll (kr/år)	Livslängd (år)
Fönster	872235,2	0	0	0	40
Solfångare+acktank	276366	0	0	4000	25
Värmepump	114400	2947	3802	1488	25
Värmeväxlare	238500	6540	8437	4770	25
Spillv.v.	29835	0	0	0	25
Solceller	1900000*	-22325	0	0	25

Tabell 6 - Indata LCC-kalkyl "Plusenergihus"

*Högpresterande solceller. Investeringskostnad ca 10000 kr/kvm.

2.5.4 Energipriser

Elpriset som stått som grund för beräkningarna är Eon:s medelpris för år 2009. Det priset inkluderar alla skatter och avgifter, dvs. även nätavgifter. Använt elpris är 1,29 kr/kWh inkl. moms.¹⁵

Fjärrvärmekostnad gäller för fjärrvärme från Fortum där priset är 0,8 kr/kWh inkl. moms.¹⁶

¹⁵ www.energimarknadsinspektionen.se, 2010-02-27

¹⁶ www.eon.se, 2010-02-27

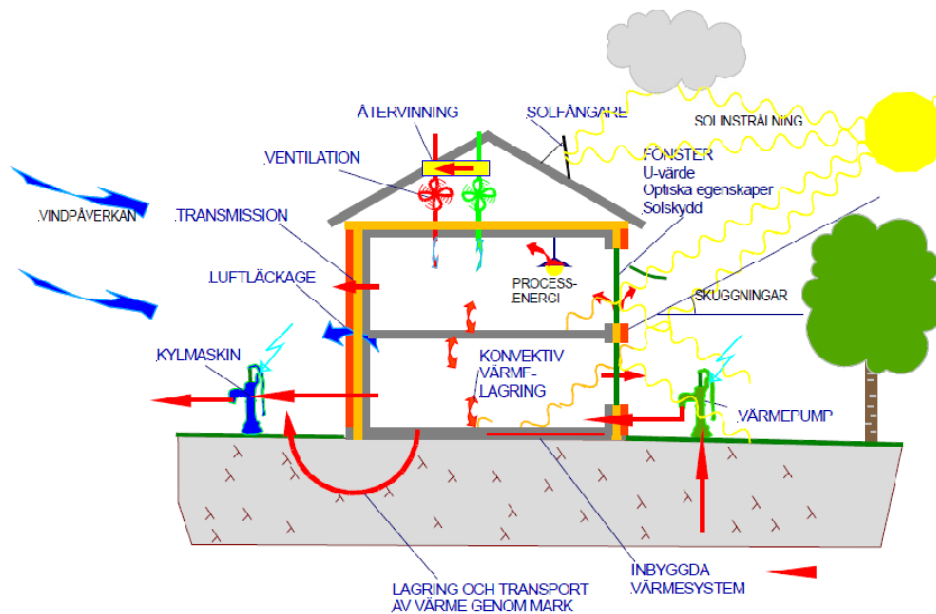
3 Teori

3.1 Energi

I Sverige delas energianvändningen i bostäder normalt upp i uppvärmning, varmvatten, fastighetsel och hushållsel. Uppvärmningen är knuten till byggnadens värmeförluster och hur stor mängd värme som produceras i byggnaden.

3.1.1 Energianvändning i bostäder

Energibalansen innebär en jämvikt mellan en byggnads energiförluster och energitillskott, se figur nedan.



Figur 1 - Energibalans i bostäder¹⁷

Den värme som produceras i byggnaden kommer från solinstrålning, människovärme, processenergi. Den värmen som försvinner ut ur byggnaden sker främst genom klimatskalet, genom ventilation samt genom otätheter i klimatskalet.¹⁸ En byggnad kan värmas upp på en mängd olika sätt, idag använder flerbostadshus oftast fjärrvärme som uppvärmningsmetod men olika värmepumpssystem har blivit ett populärt alternativ på senare tid.¹⁹

¹⁷ VIP+ Manual, 2008

¹⁸ Kenneth Sandin, 1996

¹⁹ www.energimyndigheten.se, 2010-01-22

3.1.2 Plusenergihus

Ett plusenergihus är självförsörjande på värme och ev. el på årsbasis. För att nå självförsörjning över året för ett plusenergihus med solen som energiproducent produceras ett överskott sommartid vilket säljs till ett elbolag och därmed levereras till och ”lagras” på elnätet. Överskottet köps sedan tillbaka vintertid då energiproduktionen är lägre. Detta möjliggörs av installationer av solenergiteknik, vindkraft eller någon annan sorts kraftverk. Om el- eller värmeproduktionen är högre än husets användning kan brukaren välja att lagra överskottet för senare användning. Vanligtvis görs detta genom att el lagras på nätet genom att brukaren säljer överbliven el till ett elbolag, brukaren kan då köpa tillbaka elev vid behov. På så vis används elnätet som lagringsmedium för elen.²⁰

De plusenergihus som hitintills byggts i Sverige har använt sig av passivhusteknik för att minimera energiåtgången. Detta då traditionella hus förbrukar mer energi än vad som rimligt kan produceras inom fastigheten. Att bygga med passivhusteknik innebär ett användande av väggar med tjock isolering och hög täthet kombinerat med installationer med hög verkningsgrad för att få en så pass låg energiåtgång som möjligt.²¹

Redan i klimatskalet behövs noggrann hänsyn tas till byggnadens täthet. Även isoleringen är tjockare vilket innebär att mer av denna behövs. När det kommer till installationerna som används i ett plusenergihus är de i stort desamma som används i ett passivhus med undantag från vald installation för elproduktion. När det kommer till vanliga hus används solceller med fördel då detta inte kräver speciellt bygglov då de inte ändrar husets form. Det är även lättare att få omkringboende att acceptera den sortens elproducent då de inte innebär något extra störningsmoment såsom vindmöllornas sus och skymmande konstruktion²².

3.1.3 Installationer använda i plusenergihus

Solpaneler

Solpaneler är en panel uppbyggd av en mängd solceller. Solpanelen producerar el genom omvandling av solens strålar. För att erhålla optimal elproduktion ska solcellerna få så mycket solljus som möjligt. En anläggning på 1 kW som är placerad rakt mot söder med 30-50 graders lutning producerar i Sverige ca 850 kWh per år och tar upp en yta av drygt 8 m².²³ För att möta ett normalhushålls elbehov krävs det ca 30 kvm solceller.²⁰

²⁰ Karin Adalberth, 2009-06-29

²¹ www.passivhuscentrum.se 2010-01-22

²² SOU 1999:75

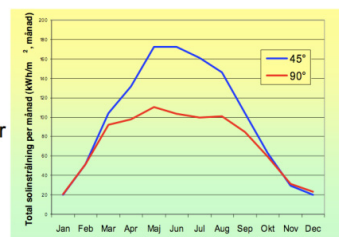
²³ ^{12, 13} Lars Andrén, 2001

Solfångare

Solfångare omvandlar solens energi till värme. Det finns olika typer av solfångare av två olika modeller, plana solfångare och vakuumrörsolfångare. Den plana solfångaren är uppbyggd av en absorbatör där kanaler finns för ett medium som cirkulerar i systemet. Mediets syfte är att transportera värmen från solfångaren och lagra den i en ackumulatortank som fungerar som ett batteri. Vakuumrörsolfångaren har samma princip som den plana solfångaren, en av skillnaderna är att mediet avgränsas från absorbatören med ett vakuum för att minimera värmeförluster. I princip fungerar dessa som en termos som stänger släpper in solens energi i röret där den omvandlas till värme. Fördelen med vakuumrörssolfångaren är att absorbatörytan är större än den plana solfångarens absorbatör i relation till upptagen area, samt att vakuumrörssolfångaren oftast har högre verkningsgrad.²⁴

Förutsättningar

- riktning
- vinkel
- temperatur
- komponenter
- system



Solinstrålning mot **sydvända** ytor för olika vinklar mot horisontalplanet, uppdelat i direkt resp. diffus instrålning för Jönköping (Medel 1962-1990) (kWh/m²,år)

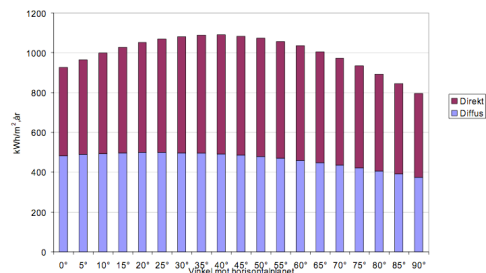


Figure3 - Värmeleverans över året - Föreläsning komplexa byggnader (solvärme)²⁵

Akkumulatortank

En ackumulatortank är en värmeisolerad tank som används för varmvattenlagring. I samband med solfångare används ackumulatortanken för att lagra den solenergi som producerats under dagen, ungefär som ett batteri. I tanken lägger sig det varmaste vattnet högst upp i tanken där det tas ut till husets varmvattensystem.²⁶

²⁵ <http://www.hvac.lth.se>, 2009-09-23

Värmepump

Det finns olika sorters värmepumpar att använda sig av för uppvärmning av en byggnad. Då solen är ursprungskällan till all energi på jorden har ett flertal olika värmepumpar utformats för att kunna ta tillvara den lagrade energin i luften, jorden, vattnet och bergrunden. Det som kännetecknar värmepumpen ur ett miljömässigt perspektiv är dess förmåga att minska energianvändningen. Däremot är det samtidigt viktigt att kunna få ut den mängd energi man vill ha utan att tillföra större mängder energi, vilket då blir i form utav elektricitet. Den värmepump som väljs i en byggnad beror givetvis på den givna byggnadens energibehov, då olika medier kräver olika stora investeringskostnader.

En värmepump är uppbyggd som ett kylskåp. I ett kylskåp är det meningen att värmen skall transporteras ut. I en värmepump däremot skall värmen från en lagrad energikälla transporteras in. Den principiella uppbyggnaden av en värmepump delas upp i fyra delar. Dessa delar är: förångare, kondensator, expansionsventil och kompressor. Delarna är sammanbundna i ett slutet system där ett köldmedium cirkulerar i olika faser beroende på vart i värmepumpen de befinner sig.

Det som är så bra med en värmepump är att avgiven energi är större än tillförd energi, vid uppvärmning. Lönsamheten definieras i en värmepump med värmefaktorn som enkelt kan förklaras med hur mycket mer energi som kan utvinnas jämfört med det som satts in i värmepumpen. En annan viktig regel angående värmepumpar är de fungerar som bäst vid låga temperaturskillnader.²⁷

När man dimensionerar en värmepump gör man detta för 50-70% av effektbehovet, för att pumpen ska kunna användas mer under året utan att behöva stängas av och startas om. Andra faktorer som inverkar i dimensionering av värmepumpen och val av värmemedium är byggnadens storlek, energianvändning, när byggnaden är byggd, val av ventilationssystem, plats där byggnaden står och antal personer som ska bo i byggnaden samt deras ålder.²⁸

FTX - ventilation och värmeväxlare i ett

Vid användandet av ventilationssystem i plusenergihus väljs ofta ett FTX aggregat för ventilation. FTX är ett ventilationsaggregat med värmeväxling. Frånluften i huset passerar aggregatet och hjälper till att värma upp tilluften. Detta sker med en normal verkningsgrad på runt 80 %.²⁹

Spillvattenvärmeväxlare

En spillvattenvärmeväxlare tar tillvara på värme från spillvattnet. De har upp till 35 % verkningsgrad och förbrukar ingen energi i processen.³⁰

²⁷ www.energimyndigheten.se, 2010-02-15

²⁸ www.energimyndigheten.se, 2010-02-15

²⁹ <http://www.passivhusguiden.se>, 2009-09-23

³⁰ www.passivhusguiden.se 2009-09-23

Solavskärmning

I plusenergihus med passivhuskonstruktion kan risk för hög innetemperatur uppstå under sommaren. Därför används någon form utav solavskärmningssystem, aktivt eller passivt, för att bibehålla ett gott termiskt inneklimat. Solavskärmning kan vara både passiv och aktiv. Aktiv solavskärmning kan vara markiser, gardiner eller persienner som dras för fönstret för att skärma av stark sol. Aktiv solavskärmning fungerar automatiskt och styrs av en dator via olika sensorer.³¹

3.1.4 Beräkningsprogram

I studien kommer två olika energiberäkningsprogram användas, Heat2 för beräkning av köldbryggor och Vip+ för beräkning av energibalans i byggnaden.

Heat2

Används för studie av värmefflöde genom olika konstruktionsdelar. I programmet byggs konstruktionsdelen upp och värmefflöde mellan önskade ytor beräknas.

Vip+

Vip+ beräknar energibehov för uppvärmning och kylning. Den innehåller avancerade metoder för beräkning av värmelagring, luftläckage, solenergi, värmeförluster via mark, värmepumpar, golvvärme etc. Vid beräkning tas parametrar som väder, solinstrålning, byggnadens placering, m.m. med i beaktande.

³¹ Studiebesök ”Bolig for livet” 2009-06-16

3.2 Ekonomi

Att bygga ett plusenergihus med grund i ett passivhus innebär en extra initialkostnad i jämförelse med byggnation av ett standardhus. För att förvandla en normal villa till ett plusenergihus kommer extrainstallationer och material behövas, ett exempel på detta är ”Villa Åkarp” som krävde extra material och installationer på ca 800 000 SEK.³² Men då huset i sig producerar el kan denna investering på sikt bära sig själv, läs mer om detta i stycke 2.2.3 Avkastning.

3.2.1 Investering

För att investeringen ska kunna vara självbärande är det viktigt att utföra en LCC-analys i projekteringsstadiet. LCC-analys bygger på en jämförelse mellan två valda system. Det kan vara mellan ett traditionellt byggt bostadshus och ett plusenergihus byggt med passivhusteknik.³³

3.2.2 Försäljning av el till elnätet

Idén runt plusenergihus går ut på att sälja den producerade el som inte används för tillfället och på så sätt lagra energin på elnätet så den kan köpas tillbaka vid behov. I dagsläget finns det inget bra system för elförsäljning utan det behövs två mätare, en för inkommande och en för utgående el. I skrivande stund medför detta att två abonnemang måste tecknas, ett för köpt el och ett för såld el. Detta innebär en extra abonnemangskostnad på ca 3600 kr/år³⁴.

3.2.3 LCC:

Livscykelkostnad innebär totalkostnaden för en specifik utrustning under hela dess livslängd. Vid ett inköp av en produkt är det inte lägst pris som styr valet utan det måste tas hänsyn till vilken produkt som har lägst energi- och underhållskostnad. Energikostnaderna under livslängden för en produkt är oftast det som styr den totala kostnaden, och inte investeringen. Beräkning av en LCC utförs på följande sätt³⁵:

$$\begin{aligned} LCC_{\text{tot}} &= \text{Investeringskostnad} + LCC_{\text{energi}} + LCC_{\text{underhåll}} \\ LCC_{\text{energi}} &= \text{årlig energikostnad} * \text{nuvärdesfaktorn}^{36} \\ LCC_{\text{underhåll}} &= \text{årlig underhållskostnad} * \text{nuvärdesfaktorn} \end{aligned}$$

³² Studiebesök Villa Åkarp, 2009-06-29

³³ www.belok.se, 2010-02-17

³⁴ Karin Adalberth, 2009-06-29

³⁵ www.energimyndigheten.se, 2010-02-24

³⁶ Catarina Warfvinge, 2009

4 Exempel på plusenergihus och passivhus

I Sverige är begreppet plusenergi relativt nytt och i skrivande stund byggs landets första hus, huset heter Villa Åkarp och byggs av Dr Karin Adalberth i Åkarp utanför Malmö. I Danmark stod projektet ”Bolig for livet” klart tidigare i år, det är ett test i fullskala byggt av fönsterföretaget VELFAC i Århus. Sverige har redan många utvecklade passivhusprojekt, däribland rapportens referenshus ”Beckomberga passivhus” som kommer nämnas i stycke 3.3.

4.1 Bolig for livet

Bolig for livet är plusenergiprojekt som är resultatet av ett initiativ startat av den Danska staten för att uppmärksamma energieffektivt byggande inför klimatmötet i Köpenhamn i slutet av år 2009. För att få en fördjupad bild i sammanställningen av installationssystem i ett plusenergihus har ”Bolig for livet” studerats. Huset ingår i ett plusenergiprojekt som går ut på att uppföra 8 plusenergihus av olika storlek och karaktär i Danmark, det besökta huset i Århus är det första att uppföras.



Bild 4 - Bolig for livet, Århus

Projektet utgörs av byggnation av ett plusenergihus samt en utvärdering av boendeupplevelsen i det färdiga huset. Utvärderingen sker genom användandet av en referensfamilj som under loppet av ett år kommer bo i huset. Då VELFACs plusenergihus till stor del bygger på ett datorstyrt system som kontrollerar husets installationer, fönster och solavskärmning kommer referensfamiljen fokus ligga på mjuka värden, då först och främst hur människor klarar att leva i ett datorstyrt hem. På grund av styrsystemet kallas huset för ett ”aktivt hus”, detta då styrsystem,

Windowmaster, aktivt sammanbinder ventilation och passiv kylning genom användandet av solskydd och strategisk ventilation. Ventilationen kontrolleras både vad gäller behov av sanitär komfort (koldioxid) samt möjlighet släppa ut övertempererad luft. Solskydden är automatiska och skärmar av när det krävs skydd från solens strålning.³⁷

Bolig för livet, huset och dess komponenter

Arkitekturen är modern med öppen planlösning och hög standard i materialvalen. Boendeyta är 190 kvadratmeter, fördelat på 4 rum och kök. På taket, som är designat för att ha stor yta i söderläge hittas 40 kvm PV-solcellspaneler som ska producera hela hushållets elbehov. Elen produceras i huvudsak på sommarhalvåret, då kommer panelerna producera mer el än vad hushållet behöver. Elen som inte används säljs till elnätet och på så vis kan hushållet köpa tillbaka el vid behov. Tanken är att sälja mer el än vad som köps sett på en årsperiod, därav namnet plusenergihus.

Det vatten som används i huset värms först och främst av solfångare på taket, dessa har en area på 6,7 kvm. Under kvällar och större delen av vinterhalvåret kommer vattnet värmas av en värmepump placerad på första våningens installationsrum.³⁸



Bild 5 - Fönsterdörr med vinklad smyg



Bild 6 - Värmepump i groventré

³⁷ <http://www.velfac.dk>, 2009-07-29

³⁸ Peter Svensson, 2009-06-16



Bild 7 - Bolig for livet, aktivt styrsystem med vindsensor (längst upp tv), aktiv solavskärmning (uppe t.h.), Windowmaster (nere t.v.) och aktiva fönster för ventilation (nere t.h.)

Ventilationen sköts automatiskt av datorsystemet Windowmaster. Programmet kontrollerar husets ventilation, som är av typen hybridventilation. Windowmaster utvärderar kontinuerligt luftens kvalitet med avseende på temperatur och koldioxidinnehåll. Detta sker genom automatisk avläsning av ett antal sensorer och termometrar, placerade i varje rum. Vid behov öppnar och stänger systemet ventilationsfönster med hjälp av automatiska elmotorer, vilka har egna solceller som kraftkälla, placerade vid varje ventilationsfönster, se bild 5. Det finns även sensorer på taket som kontrollerar vindhastighet så att fönstren öppnas till önskad vinkel och innekomforten kan bibehållas, se bild 5. Alla byggnadens fönster och fönsterdörrar är av typen Velfac Halo och har en vinklad smyg för att öka det instrålande solljuset, se bild 5.³⁹

³⁹ Peter Svensson, 2009-06-16



Bild 8 - Installationsrum vån 2

För att kunna producera värme under de kalla vintermånaderna har en värmepump installerats. Värmepumpen är placerad i groventrén på husets första våning och är avsedd att användas när solpanelerna inte kan producera tillräckligt med varmvatten. Varmvattnet från solpanelerna och värmepumpen samlas i en ackumulatortank på 2 kubikmeter.

I huset har även olika smarta lösningar byggts in, såsom ventilationsutblås utanför groventrén där tvätt är tänkt att hängas. Detta leder till att tvätten torkar snabbare då varm luft blåser på den. Mot norr finns bara små fönster då solinstrålningen på denna sida är minimal.⁴⁰

⁴⁰ Studiebesök ”Bolíg for livet”, 2009-06-16

4.2 Villa Åkarp

Villa Åkarp är Sveriges första plusenergihus byggt av Dr. Karin Adalberth i Åkarp utanför Malmö. Genom användandet av passivhusteknik och installationer med hög verkningsgrad i kombination solenergi placerad på taket har Dr. Adalberth lyckats projektera ett plusenergihus, se bild 9. Det energiöverskott som produceras utöver byggnadens behov är tänkt att säljas till Eon och på så vis hjälpa till att betala av den extrainvestering det innebär att bygga ett plusenergihus.⁴¹



Bild 9 - Illustration Villa Åkarp⁴²

Villa Åkarp har en BOA på 150 kvm byggd i trästomme med en isoleringstjocklek på 540 mm i tak och väggar. Grundplattan har en isolertjocklek på 400 mm. Då Villa Åkarp är byggt som ett passivhus, dvs. mycket välisolerat krävs även att klimatskalet håller hög täthet. I praktiken har detta nåtts genom utbildning av byggare för att få rätt teknik och användandet av en speciellt tjock fuktspärr. I huset har lågenergifönster använts, dessa har ett isolerskikt av kryptongas vilket ger ett U-värde på 0,8 W/m²K. Ventilationsystemet som används är av typen FTX för att ta tillvara på värmen i ventilationsluften. Som värmesystem används en kombination mellan solfångare och braskamin. På sommarhalvåret står solfångare på taket för uppvärmning av vatten, på vinterhalvåret då solens energi inte räcker för att täcka behovet används en braskamin

⁴¹ Studiebesök ”Villa Åkarp”, 2009-06-29

⁴² www.ecoprofile.se, 2010-03-23

eldad med pellets. På taket finns 32 kvadratmeter solpaneler för att täcka hushållets elbehov, solfångararean är 18 kvadratmeter. Värmen från solfångarna samlas i en 2 kubikmeter stor ackumulatortank placerad i husets mitt, se planlösningen på bild 10.

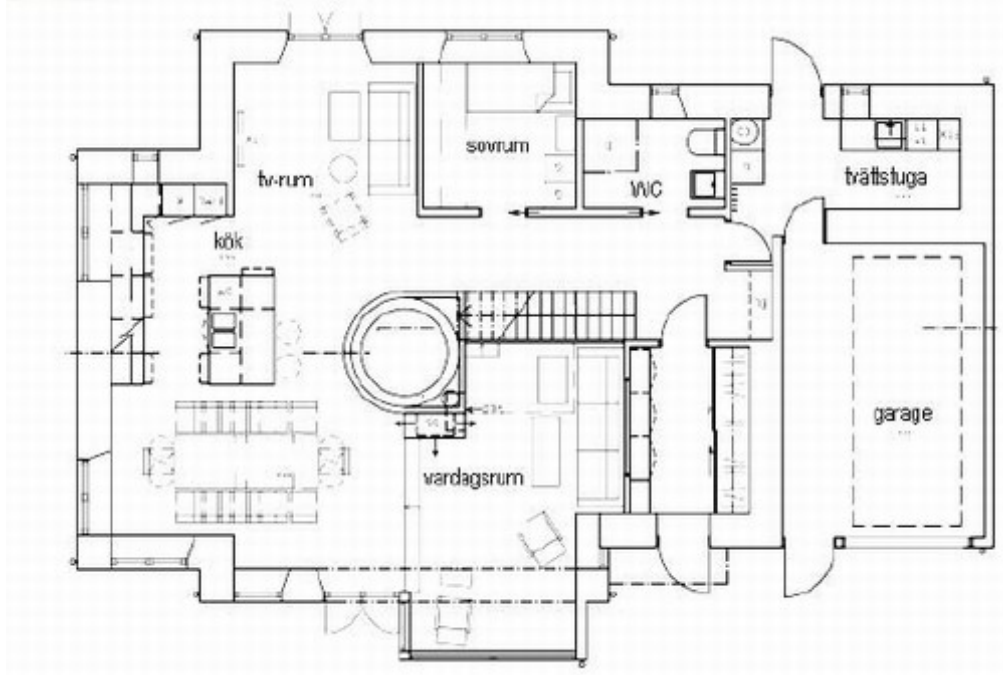


Bild 10 - Planlösning Villa Åkarp, entréplan⁴³

Den kalkylerade energianvändningen ger ett överskott på 1500 kWh/år, se nedan.

Uppvärmning: 1 500 kWh

Varvmatten: 1 500 kWh

Hushålls- och fastighetsel: 2 500 kWh

Totalt: 5 500 kWh/år

Producerad energi

Solfångare 6 000 kWh

Solceller 4 000 kWh (överskott om $4\,000 - 2\,500 = 1\,500$ kWh/år).

Att använda de installationer som projekterats till Villa Åkarp har det räknats på en extra investering på 800 000 kr. Genom besparingar i energiåtgång och försäljning av solel är det kalkylerat att denna extrainvestering ska betala sig på 40 år. Per år innebär detta en energibesparing motsvarande 15 000 kr.⁴⁴

⁴³ www.ecoprofile.se, 2010-03-23

⁴⁴ Studiebesök ”Villa Åkarp”, 2009-06-29

4.3 Beckomberga passivhus

I Beckomberga beläget i västra Stockholm bygger NCC fem stadsvillor i form av passivhus, se illustration på bild 11. Stadsvillorna är dimensionerade för att ha ett lågt energibehov, därför bestämdes det under projekteringen att Beckomberga passivhus skulle byggas med tjockare väggar, minskade fönsterytor, solavskärmning, solfångare, vindfång och FTX-aggregat.



Bild 11 – Beckomberga - stadsvilla visualiserad⁴⁵

I varje hus finns en undercentral för VVS där ackumulatortankarna för tappvarmvatten placerats. Tappvarmvattnet kommer att produceras till ca 40-50 % av solfångare placerade på taket. Resterande tappvarmvattenbehov kommer att köpas i form av fjärrvärme. Varje lägenhet har en informationsdisplay monterad där brukaren kan följa förbrukningssiffror i realtid. För närmare förståelse av installationernas samverkan kan bild 12 studeras.

Effektkrav för uppvärmning är 10 W/m^2 , den totala köpta energin för hela byggnadens energianvändning, exklusive hushållsel, får maximalt vara 45 kWh/m^2 , år. Förutom krav på energi och effekt finns det några byggnadskrav, byggnaden ska ha fönster med verifierat U-värde på $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$, väggarna bör hålla ett U-värde på $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Beckomberga passivhus kommer under drifttid att äga andelar i ett vindkraftverk för att reducera beroendet av köpt energi.

⁴⁵ J. Winblad, M. Roos, 2009

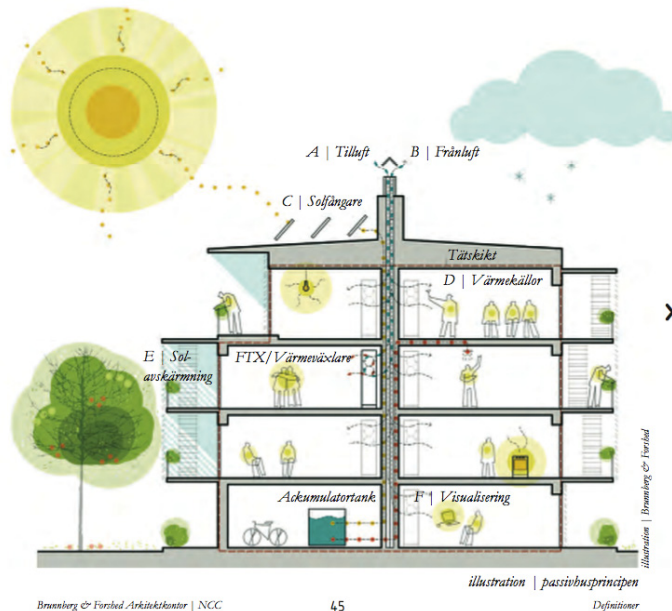


Bild 12 - Stadsvilla i genomskärning⁴⁶

Det som utmärker Beckomberga passivhus är att det medvetet har låtit det passivhusspecifika vara synligt. Några kännetecken är olika former av solavskärmning samt balkonger åt framförallt söder. Ett annat tydligt inslag i arkitekturen är minskade fönsterytor, solfångare på taket och vindfång för att minska värmeförluster vintertid. Väggarna är tjocka, vilket ger djupare fönsternischer. På taket är ventilationshuvorna synliga.⁴⁷

⁴⁶ Beckomberga Passivhusbok, J. Winblad, M. Roos 2009

⁴⁷ Beckomberga Passivhusbok, J. Winblad, M. Roos 2009

5 Beräkningar – Resultat

5.1 HEAT2

För beräkningar av köldbryggor i form av pelare placerade i väggens isolering, se bilaga 2 (HEAT2). Resultaten visar att köldbryggor uppstådda på grund av pelarplaceringen har en minimal inverkan på väggens värmegenomgångstal.

5.2 VIP+

Nedan presenteras de viktigaste resultaten från beräkningar av de tre beräkningsfallen. Fullständig resultatlista kan ses i bilaga 3.

5.2.1 NCC Base line

Specifik energianvändning: 46 kWh/m², år
U-värde: 0,185 W/m², K

Värmeförsörjning: 32000 kWh/år
(fjärrvärmebehov)

Varav

Värmesystem: 14446 kWh/år

Tappvarmvatten: 17479 kWh/år

Ventilationsaggregat: 74 kWh/år

Elanvändning:

FTX-aggregat: 12108 kWh/år

Solvärmeproduktion: 11891 kWh/år

Varav

Värmesystem: 27 kWh/år

Tappvarmvatten: 11863 kWh/år

Processenergi: 38815 kWh/år

5.2.2 NCC Lågenergi

Specifik energianvändning: 32 kWh/m², år
 U-värde: 0,179 W/m², K

Värmeförsörjning: 24523 kWh/år
 (fjärrvärmebehov)
 Varav
 Värmesystem: 7033 kWh/år
 Tappvarmvatten: 17454 kWh/år
 Ventilationsaggregat: 37 kWh/år

Elanvändning:
 FTX-aggregat: 6054 kWh/år
 Solvärmeproduktion: 11892 kWh/år
 Varav
 Värmesystem: 4 kWh/år
 Tappvarmvatten: 11888 kWh/år

Processenergi: 38815 kWh/år

5.2.3 Plusenergi

Specifik energianvändning: 9 kWh/m², år
 U-värde: 0,146 W/m², K

Värmeförsörjning: 0 kWh/år
 (fjärrvärmebehov)
 Varav
 Värmesystem: 0 kWh/år
 Tappvarmvatten: 0 kWh/år
 Ventilationsaggregat: 0 kWh/år

Elanvändning:
 FTX-aggregat: 9001 kWh/år
 Solvärmeproduktion: 11170 kWh/år
 Varav
 Värmesystem: 76 kWh/år
 Tappvarmvatten: 11094 kWh/år

Kondensorvärme: 12344 kWh/år
 Varav
 Värmesystem: 4328 kWh/år
 Tappvarmvatten: 7978 kWh/år
 Ventilationsaggregat: 37 kWh/år

Processenergi: 38815 kWh/år

5.3 LCC

Nedan redovisas resultat framtagna i beräkningsprogrammet Belok.

Installation	NCC Base line (kr)	Plusenergi (kr)
Fönster	583347	717988
Solfångare+acktank	264188	346019
Fjärrvärme	914482	
Värmepump		203707
Värmeväxlare	662165	491863
Avloppsvärmeväxlare		29835
Summa	2424182	1789412
Solceller		1012025
Summa	2424182	2801437

Tabell 7 - Livscykelkostnader installationer

Solcellernas LCC-kostnad kan ses som omvänd då den minskar med varje såld kWh el. Avloppsvärmeväxlaren inte har några driftskostnader, investeringskostnaden är detta LCC-kalkylens enda indata.

6 Beräkningar – Slutsats

I detta kapitel diskuteras slutsatser tagna av tidigare analyser. Analyserna har berört inventeringsdata för användning av installationer i kommande beräkningar. Slutsatser dragna av resultaten visas nedan.

6.1 NCC Base line

Resultat framtagna i VIP+ för modellhus NCC Base line jämfördes med tillhandahållna data framtagna i beräkningsprogrammet Enorm för kontrollera tillförlitligheten i för kommande jämförelse mellan NCC Base line och resterande modeller. Denna analys visar att resultaten från beräkningar i de två programmen är snarlika. Detta har varit viktigt då kommande beräkningar i VIP+ bygger på NCC Base line. För att påvisa hur de två beräkningsprogrammen stämmer överens kan den specifika energianvändningen nämnas. I Enorm har NCC beräknat en specifik energianvändning på 45 kWh/m², år. Detta jämförs med den specifika energianvändningen framtagna i VIP+, med samma förutsättningar, där resultatet blev 46 kWh/m²,år.

6.2 NCC Lågenergi

I beräkningsmodellen NCC Lågenergi har inverkan av nytt klimatskal i form av NCCs nya lågenergivägg för flerbostadshus kontrollerats mot NCC Base linemodellen. I beräkningen har isolerskiktet ökats på från 330 mm till 410 mm. Utöver detta har ventilationssystemet dimensionerats för att leverera 0,5 oms/h istället för 1,0 oms/h vilket projekterats i modell NCC Base line. Dessa ändringar resulterar i en energibesparing både för uppvärmningsbehovet som elbehovet för ventilationssystemet. Uppvärmningsbehovet minskar med 13 500 kWh/år och ventilationssystemets elbehov minskar med 50 %, från ca 12 000 kWh/år till ca 6 000 kWh/år. Vid kontroll mot BBR 12, där tillåtet värde på specifik energianvändning uppgår till 110 kWh/m², år, påvisas en energianvändning i NCC Lågenergimodellen på 32 kWh/m²,år vilket är ca 30 % av kravet.

6.3 Plusenergihus

Plusenergimodellens beräkningar visar att stora besparingar kan göras vid användande av andra installationssystem jämfört med tidigare beräkningsmodeller. Speciellt gäller detta för användandet av värmepump istället för köpt värmeenergi i form av fjärrvärme, detta kan ses både i LCC-analysen som i energibalansen. I plusenergimodellen har värmepumpen dimensionerats för att täcka det värmebehov som kvarstår efter användandet av solfångare. Det dimensionerande värdet på ventilationen är även i denna modell satt till 0,5 oms/h vilket leder till att elförsörjningen för till- och frånluftsfläkt är hälften av NCC Base linemodellens behov. Däremot ökar elförsörjningen med ca 3000 kWh jämfört med NCC Lågenergimodellen då värmepumpen har ett visst elbehov. Plusenergimodellen har en specifik energianvändning på 9 kWh/m², år, vilket är 20 % av kravet för passivhus och ca 8 % av kravet enligt BBR 12.

I VIP+ har det årliga elbehovet beräknats till 47 800 kWh, av detta utgörs 38 800 kWh av processenergi och 9 000 kWh av elförsörjning av husets installationer. Då syftet med rapporten var att undersöka möjligheten att bygga ett flerbostadshus som plusenergihus krävs således ett elkraftverk som levererar mer än 47 800 kWh/år. Då rapporten berör solceller som kraftkälla och huset är placerat i Stockholm krävs minst 406,8 kvadratmeter solceller. Då tanken var att placera solcellerna på byggnadens tak, vilka maximalt rymmer 190 kvadratmeter solceller, lyckas ej plusenergistatus uppnås. Det kan då konstateras att NCCs val av köpt energi från vindkraftverk är en bättre lösning på elförsörjningen. Det är även ett miljövänligt alternativ vilket var en av motivationskrafterna bakom studien.

LCC-analysen kan delas upp i två delar, livscykelkostnad med enbart utbytta installationssystem och fortsatt köp av el, och ett försök till plusenergi med en investering av solceller. Om inte hänsyn tas till solceller står det tydligt att livscykelkostnaderna för fallet plusenergi är lägre än NCC Base line. Trots att den initiala kostnaden i plusenergimodellen är högre för nästan alla installationer så när som på installation av fjärrvärme nås en lägre livscykelkostnad, dock ska nämnas att hänsyn ej tagits till de extra investeringar som krävs för förbättring av klimatskalet.

Detta beror främst på användandet av installationer med mycket hög verkningsgrad samt ett klimatskal med hög isoleringsförmåga. Om hänsyn tas till solceller för produktion av el ökar den totala livscykelkostnaden till 2,8 Mkr. Av denna summa är livscykelkostnaden för solceller 1,0 Mkr.

7 Diskussion

Studien har visat att det är en bra idé att använda sig av installationer med hög verkningsgrad då detta ger en relativt låg totalkostnad under livslängden. När det kommer till användandet av plusenergikoncept i flerbostadshus med solceller som kraftkälla kan det konstateras att tekniken ännu inte nått en tillfredställande prestanda för att kunna leverera tillräckligt el för att motivera investeringen. Det krävs antingen ett politiskt initiativ där ”grön el” såld från små förnybara kraftverk ger en intäkt som är tre gånger högre än kostnaden för den köpta elen. En annan möjlighet är att priset på solceller sänks markant, detta kommer förmodligen ske i takt med att tekniken utvecklas och produktionen ökar. I dagsläget går det förmodligen att bygga ett flerbostadshus med solceller som kraftkälla som plusenergihus om takytan kan hållas hög relativt boarean, självklart gäller detta enbart om taket ska utnyttjas som installationsplats för solcellerna.

Det är viktigt att förstå att små variationer i beräkningarna gällande lokala energipriser och även variationer för installation av fjärrvärme kan påverka resultatet.

När det kommer till försäljning av el krävs relativt stora kvantiteter då de fasta kostnaderna för extra el-abonnemang annars tar stor del av vinsten. I framtiden hoppas vi på att se en bättre utveckling av möjligheten att sälja el från sin bostad. Då kommer förhoppningsvis motivationskrafterna bakom beslutet att göra en extrainvestering och bygga sitt hus som plusenergihus öka då det kommer bli tydligt att en förtjänst kan göras under lång sikt.

Referenser

Internetkällor:

- Bolig for livet - http://www.velfac.dk/Global/Bolig_for_livet?opendocument20090729
- Belok – Livscykelkostnadsberäkning - www.belok.se, 2010-02-17
- Belok Fönster - www.belok.se/lcc/Belok_LCC_fonster.pdf, 2010-03-21
- Boverkets byggregler 2006
- Ecoprofile - www.ecoprofile.se, 2010-03-23
- Eon-Prislista-www.eon.se/upload/eon-se-2-0/dokument/privatkund/produkter_priser/fjarrvarme/prislistor-2010/bro-balsta-mfl.pdf 2010-02-27
- Prislista energi - www.energimarknadsinspektionen.se 2010-02-27
- Energimyndigheten - www.energimyndigheten.se, 2010-01-22
- Energimyndigheten - www.energimyndigheten.se, 2010-02-15
- Energimyndigheten - www.energimyndigheten.se, 2010-02-24
- Lågenergikoncept - <http://www.ncc.se>, 2009-11-15
- Passivhus - www.passivhuscentrum.se 2010-01-22
- Solenergi i byggnader-
www.hvac.lth.se/vbf045_pdf/Solenergi%20i%20byggnader09.pdf 2009-09-23
- SOU 1999:75 www.sweden.gov.se/content/1/c4/26/69/1dec896f.pdf , 2010-01-15
- Värmepumpar-www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Varmepump/ 2010-02-15
- Passivhusguiden-Energiberäkningar-
<http://www.passivhusguiden.se/berak/hjalp/hjalp.asp?id=81> 2009-09-23

Litteraturkällor

- Beckombergas passivhusbok, J. Winblad, M. Roos, 2009
- Kenneth Sandin, Värme och fukt- kompendium byggnadsfysik, LTH, Lund, 1996
- Lars Andrén, Solenergi - praktiska tillämpningar i bebyggelse, 2001

Muntliga källor

- Björn Karlsson, Energi- och byggdesign, föreläsning solvärmeteknik, LTH, 2009
- Catarina Warfvinge, föreläsning Komplexa byggnader, 2009
- Föreläsning Komplexa Byggnader – EU-direktiv om energianvändning
http://www.hvac.lth.se/vbf045_pdf/EG-direktiv%20om%20Byggnaders%20Energiprestanda.LTH,090212.pdf 2009-09-23
- Föreläsning Komplexa Byggnader – EU-direktiv om energianvändning
http://www.hvac.lth.se/vbf045_pdf/EG-direktiv%20om%20Byggnaders%20Energiprestanda.LTH,090212.pdf 2009-09-23
- Karin Adalberth, studiebesök Villa Åkarp, 2009-06-29
- Peter Svensson, Velfac, 2009-06-16
- Studiebesök ”Bolig for livet” 2009-06-16
- Ulla Jansson, Energi- och byggdesign, LTH, 2009

Övriga källor

- Bygghandling kv. Hälsovården 6 & 7, PDF NCC, 2009
- Indata NCC Base line, Enormberäkningar NCC, 2009
- NCC Lågenergikoncept för utfackningsväggar i flerbostadshus med stålreglar, 2009
- VELFAC, Vägledande prislista från 1 januari 2009
- VIP+ Manual Version 5.2.0 Svensk, 2008

Bilaga 1 – Enormberäkningar NCC

*** Enorm 2004. Version 2.0 Build 0. © 2004 EQUA Simulation AB ***
Program 1009. NCC Teknik

Objekt: Passivhus Beckomberga
Preliminär beräkning

EB3-Energiberäkning 3
2009-04-27/ Mats Eskilson

Beräknat av NCC Teknik/ Mats Eskilson, NCC Teknik.

Indatafil: g:\2008\ENERGI~1\702151~1\702151~1\12ENER~1\ENERGI~1\BECKOM~1.EN

Byggnadsort: Stockholm 2009-04-27. Beräkning nr: 248

BYGGNADSDATA	Lgh	Trp.frd	Vindfång	Totalt
Typ mhtBBRs värmeisolerkrav Fh-Lgh		Fh-Övr	Fh-Övr	----
Antal bostadslägenheter	11 0	0	11	Uppvärmd golvarea,
Aupp, m ²	992.6	200.8	12.6	1206.0
Fönsterarea i % av uppv. area	17.09	0.00	132.54	15.45
Spec.läckn. vid 50 Pa, l/m ² ,s	0.600	0.600	0.600	0.600
Värmekapacitet, Wh/m ² ,K	140	140	140	140
Omslutande area, Aom, m ²	1157.7	256.0	29.3	1443

Inget krav på effektiv värmeanvändning för byggnaden enl BBR 9:3.

GLASAREOR OCH INSTRÅLNINGSDATA. SOLDATA FÖR STOCKHOLM

Riktning	Lgh	Trp.frd	Vindfång
Nord	25.1 (0.40; 0)	0.0 (0.40; 0)	8.3 (0.75; 0)
Ost	44.5 (0.40; 0)	0.0 (0.00; 0)	0.0 (0.00; 0)
Syd	32.5 (0.40; 0)	0.0 (0.00; 0)	0.0 (0.00; 0)
Väst	42.1 (0.40; 0)	0.0 (0.40; 0)	6.8 (0.75; 0)

Ovan redovisas: Glasarea i m² (Solfaktor * Avskärmning ; Lutning)

TRANSMISSIONSDATA	Lgh	Trp.frd	Vindfång
Byggnadsdel	Area	Ukorr	Area
UkorrVindsbjälklag	180.9	0.080	85.0 0.100
Vägg,jord (*)	0.0	0.000	0.0 0.000
Vägg,luft	555.9	0.120	120.0 0.120
Golvbjlg 1 (*)	210.0	0.110	51.0 0.110
Golvbjlg 2 (*)	16.6	0.170	0.0 0.000
Fönster m karm	169.6	0.900	0.0 0.000
Dörrar m karm	0.0	0.000	0.0 0.000
Yta 1,luft	24.7	0.220	0.0 0.000
Yta 2,luft	0.0	0.000	0.0 0.000
Yta 3,jord (*)	0.0	0.000	0.0 0.000
(*) Red.faktor a1 =	0.75		0.75

Köldbryggor, W/K	60.3	4.8	0.0
Totalt U*A, W/K	319.0	31.9	28.2

PROCESSENERGI	kWh/dygn: Vardagar	Lördag	Söndag	kWh/år
Behov av tappvarmvatten	83.20	83.20	83.20	30368
Gratisvärme (personvärme mm)	0.00	0.00	0.00	
0Elprocesser som inte ger värme	0.00	0.00	0.00	
0Elprocesser som ger värme	110.37	110.37	40285	110.37
Pumpar/fläktar för värmedistr.	----	----	----	954
El till ventilation (Årsmiddelbehov = 1.39 kW/m ³ /s)				7021
Tillförd elenergi (drivenergi) till värmepumpsystemet				0

Basenergi: Elberedare för tappvarmvatten

Dist:

Baseffekten producerar tappvarmvatten, men inte uppvärmningsenergi

Tillsatsenergi: Elektriskt luftvärmeaggregat

Dist: Varmluft. Inga termostater. Autom. effektstyrning

Gemensam värmeproduktion. Gemensamt värmedistributionsystem.

	Basenergi	Tillsats
Förbränningsverkningsgrad, %	100	100
Värmeförluster från panna e dyl, kW	0.321	0.321
Varav utnyttjat värmetillskott, kWh/år	1193	215
Värmedistributionsförluster, W/K (*)	0.000	36.180
Värmeregleringsförluster, W/K (*)	0.000	36.180
(*) /K avser temperaturdifferensen mellan värmebärare och rumsluft		
Produktionstimmar/Uppvärmningstimmar	7363/ 0	1397/3168
Årsverkningsgrad/Täckningsgrad, %	94/ 75	82/ 25
Dim. framledningstemperatur 40°C. Distrib.pumpar/fläktar 0.301 kW		

VENTILATIONSDATA	Lgh	Trp.frd	Vindfång
Typ av ventilation	FTX	FTX	FTX
Vent.volym, m ³ (Fukt, g/kg)	1770(0)	540(0)	29(0)
Effekt, kW/m ³ /s (% värme)	1.390(50)	1.390(50)	1.390(50)
Luftläckning, m ³ /h(oms/h)	125.0(0.07)	27.6(0.05)	3.2(0.11)
Mån/fredag: Rumtemp, °C	21.0 15.0	5.0	Basflöde, m ³ /h * h/dygn
	1764.0*23.5	216.0*24.0	72.0*24.0
Forcerat, m ³ /h * h/dygn	2900.0* 0.5	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Dygnsmedel m ³ /h(oms/h)	1787.7(1.01)	216.0(0.40)	72.0(2.48)
Lördagar: Rumtemp, °C	21.0	15.0	5.0
Basflöde, m ³ /h * h/dygn	1764.0*23.5	216.0*24.0	72.0*24.0
Forcerat, m ³ /h * h/dygn	2900.0* 0.5	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Dygnsmedel m ³ /h(oms/h)	1787.7(1.01)	216.0(0.40)	72.0(2.48)
Söndagar: Rumtemp, °C	21.0	15.0	5.0
Basflöde, m ³ /h * h/dygn	1764.0*23.5	216.0*24.0	72.0*24.0
Forcerat, m ³ /h * h/dygn	2900.0* 0.5	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Dygnsmedel m ³ /h(oms/h)	1787.7(1.01)	216.0(0.40)	72.0(2.48)
Kanalförlust, frånluft (K=tempdiff över kanalvägg)			0 m, 0.25 W/m, K
Kanalförlust, tilluft med högst rumstemperatur			0 m, 0.25 W/m, K
Kanalförlust, värmd tilluft i luftvärmesystem			0 m, 0.00 W/m, K
Kanalförlusten i FTX-systemet har beräknats till			0 kWh/år.

FTX-AGGR.: Temovex 250. Provning vid SP. 150 m³/h

Utetemperatur, °C	-15.00	-7.00	2.00	7.00	15.00
Värmeeffekt, kW	1.31	1.16	0.78	0.62	0.26
Drivkraft, kW	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Spareff., kW/m ³ /s	30.024	26.376	17.328	13.464	4.776
Eleffekt, kW/m ³ /s	1.392	1.392	1.392	1.392	1.392
Temp.verkn.grad	75.6	86.6	87.5	96.2	103.8
Återvunnet/Elbehov kWh/år = 72959/ 7031 = 10.38. Red.fakt. 1.00					

Må-naddgr	Uppv mission	Trans-	Vent.+ Läckn.	Vent.- v.växl	Utnyttj.värme Sol	Process	Uppv.-behov	Uppv.+ tappv
Jan 31	6718		+13325	-10700	-778	-4596=	3969	6548
Feb 28	5845		+11602	-9384	-1238	-4149=	2677	5007
Mar 23	5436		+10834	-8807	-2284	-4471=	708	3287
Apr 0	3924		+7872	-6769	-3207	-1819=	0	2496
Maj 0	2499		+4998	-4642	-2853	-2= 0	2579	Jun
0	1246		+2468	-2403	-1310	0= 02496	Jul 0	850
	+1682	-1668	-863	0=	02579	Aug 01196		+2368
	-2315	-1249	0=	0	2579	Sep 02080		+4151
	-3910	-2221	-99=	0	2496	Okt 03357		+6738
	-6046	-1905	-2144=	0	2579			
Nov 19	4397		+8807	-7347	-1036	-4289=	532	3028
Dec 31	5540		+11036	-8967	-657	-4606=	2347	4926
År 132	43089		85881	-72959	-19602	-26176	10233	40601

Summor= 26775 53233 -42970 -4847 -20463 för uppv.period.
Uppvärmningsperiod: Utetemp= -2.112 °C, 67243°h (Året 113044°h).

TILLFÖRD ENERGI UNDER KALENDERÅRET (kWh)

Må-nad	Nyttig	Basenergi	Tillsatsenergi	Drivel till VP	Fläkt /Pump	Köpt värme	Proc.+ hush.el
Jan	2579	+96	+3969	+855	+0 +820=	8319	3421
Feb	2330	+102	+2677	+705	+0 +741=	6556	3090
Mar	2579	+194	+708	+381	+0 +762=	4624	3421
Apr	2496	+231	+0 +0	+0	+577= 3304	3311	Maj
	2579	+239	+0 +0	+0	+596= 3414	3421	Jun
	2496	+231	+0 +0	+0	+577= 3304	3311	Jul
	2579	+239	+0 +0	+0	+596= 3414	3421	Aug
	2579	+239	+0 +0	+0	+596= 3414	3421	Sep
	2496	+231	+0 +0	+0	+577= 3304	3311	Okt
	2579	+239	+0 +0	+0	+596= 3414	3421	Nov
	2496	+196	+532	+194	+0 +714=	4133	3311
Dec	2579	+126	+2347	+554	+0 +820=	6426	3421
År	30368	2363	10233	2690	0 7974	53628	40285

Dim. värmeeffekter (DUT = -10.5 °C. Tidskonstant = 302 h)

Tappvarmvatten, om dygnets hela behov ackumuleras	3.47 kW
Transmission, ventilation och luftläckning	16.62 kW
Utnyttjad gratis-effekt	-6.19 kW
Förluster i värmesystemet	1.80 kW
Totalt effektbehov (dygnsmedeleffekt)	15.69 kW

Vid forc. ventilation ökar effektbehovet momentant med 2.03 kW, utöver den ovan redovisade dygnsmedeleffekten. Medeleffekten avgör avsvälning under en lång period med dimensionerande utetemperatur.

Den tappvarmvatteneffekt som redovisas är den effekt som krävs för att producera dygnets behov under 24 timmar. Verkligt installerad effekt måste väljas högre mht tappningscykel och beredarens volym.

trans 16620
4W/m2 -4772
summa 11848

11848W/1193 m2
=9,93 W/m2

Objekt: Passivhus Beckomberga
 Preliminär beräkning

Byggnadsort: Stockholm 2009-04-27. Beräkning nr: 248

Byggnadens nettobehov av värmeenergi		kWh/år
Transmissionsförluster och luftläckning (1)		48984
Ventilationsförluster, styrd luftväxl. (2)		+79985
Återvunnen värmeenergi i FTX-aggregat (3)		-72959
Förluster i från- och tillluftskanaler (4)		+0
Utnyttjad värme från processer (5)		-26176
Utnyttjad värme från solinstrålning (6)		-19602
Behov av varmvatten vid tappställen (7)		+30368
Byggnadens nettobehov av värmeenergi (11)		40601
Tillförd energi till värme- och ventilationssystemet		kWh/år
Nettobehov av bas- och tillsatsenergi (12)		40601
Värmedistributions- och regl.förluster (13)		+5053
Basenergi producerad med värmepump (14)		0
värmepump (15)	Tillförd drivvel till	+0
Tillförd el till ventilationssystemet (16)		+7021
El till värmedistrib.fläktar/-pumpar (17)		+954
Köpt energi till värme/ventilation (18)		53628
Processer. Hushålls- och fastighetsel (19)		+40285
Nettobesparing av effektivare vitvaror (20)		+0
Byggnadens totala behov av köpt energi (21)		93913

(1)-(21) = Hänvisningar till beskrivning i Enorms beräkningsbilaga

Totalt behov av köpt energi för verklig byggnad	kWh/år	kWh/m ²
Elberedare för tappvarmvatten		
Fjärrvärme+solfångare	32731	27
Elektriskt luftvärmeaggregat	12923	11
Drivel till värmepump	0	0
El till fläktar och pumpar	7974	7
Processer. Hushålls- och fastighetsel	40285	33
Nettobesparing av effektivare vitvaror	0	0
Summa för kalenderåret	93913	78

FTX	11
Fastel	15
Fjv max	19

Summa 45W/m²

BYGGNADSDATA	Lgh	Trp.frd	Vindfång	Totalt
Typ mhtBBRs värmeisolerkrav Fh-Lgh		Fh-Övr	Fh-Övr	----
Antal bostadslägenheter	11 0	0	11	Uppvärmd golvarea,
Aupp, m ²	992.6	200.8	12.6	1206.0
Fönsterarea i % av uppv. area	17.09	0.00	132.54	15.45
Spec.läckn. vid 50 Pa, l/m ² ,s	0.600	0.600	0.600	0.600
Värme kapacitet, Wh/m ² ,K	140	140	140	140
Omslutande area, Aom, m ²	1157.7	256.0	29.3	1443

Byggnadens värmeförlust, beräknat enl. BBR är $F_{s,akt} = 0.123 \text{ W/m}^2, K$
 $F_{s,krav} = 0.256 \text{ W/m}^2, K$. Högsta tillåtna $F_{s,gräns} = 0.333 \text{ W/m}^2, K$

Objekt: Passivhus Beckomberga
Preliminär beräkning

Beräknat 2009-04-27 av NCC Teknik/ Mats Eskilson, NCC Teknik
Indatafil: g:\2008\ENERGI~1\702151~1\702151~1\12ENER~1\ENERGI~1\BECKOM~1.EN

Taxefördelningar		Taxa 1	Taxa 2	Taxa 3	Taxa 4	Taxa 5
Årsbehov, kWh		Priser i kr/kWh och energibehov i kWh/period				
Basenergi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	kWh/år:
	32731	0 0	0 0	0		
Tillsatsenergi		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år:	12923	0	0	0	0	0
El till fläktar/pumpar		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år:	7974	0	0	0	0	0
Drivel till värmepump		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år:	0	0	0	0	0	0
Processer. Hush.el		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år:	40285	0	0	0	0	0
	Summa kWh:	0	0	0	0	0
	Summa kr:	0	0	0	0	0

Valda energipriser	Taxa 1	Taxa 2	Taxa 3	Taxa 4	Taxa 5
Fommånad-tom månad	-----	-----	-----	-----	-----
Från Kl. till Kl.	0- 0	0- 0	0- 0	0- 0	0- 0
Dygn under veckan	Alla	Alla	Alla	Alla	Alla
(E) Elenergi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(F) Fjärrvärme	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(L) Olja	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(B) Fastbränsle	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(G) Gas	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(1) Annat 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(2) Annat 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Energipris anges i kr/köpt kWh. (För bränslen kr/kWh värmeinhåll)

Rörliga energikostnader	kWh/år	kr/år
Elberedare för tappvarmvatten	32731	
luftvärmeaggregat	0Elektriskt	
	12923	
värmepump	0Drivel	till
och pumpar	00El till fläktar	
	7974	
Hushålls- och fastighetsel	0Processer.	
	40285	
effektivare vitvaror	0Nettobesparing	av
	00	
Årssummor	(Medelpris 0.00 kr/kWh)	93913
		0

Utrymme i byggnaden	Lgh	Trp.frd	Vindfång
18% av uppvärmd area	178.7	36.1	2.3
Fönster och dörrarea	169.6	0.0	16.7
Af= minsta av ovanstående	169.6	0.0	2.3
F_s ,krav = $0.16(0.22)+0.81 \cdot Af/Aom$	0.319	0.180	0.254
UA,krav = F_s ,krav $\cdot Aom$	369.5	46.1	7.4

$$F_s,krav = UA,krav/Aom = \quad 423.0/ \quad 1443.0 = 0.293 \text{ W/m}^2, K$$

Kontroll av byggnadens ytrelaterade värmeförlust F_{senl} BBR 9:2112—

Byggnads- del	Area (A_i) m ²							
	Bostad	Lokal	(Ukorr - a3)	* a1	* a2	=Ujust	Ujust $\cdot A_i$	
VindsbjlgV	180.9	0.0	0.080	0.00	1.00	1.056	0.084	15.276
ägg,luftGo	555.9	0.0	0.120	0.00	1.00	1.056	0.127	70.414
lv,jordGol	210.0	0.0	0.110	0.00	0.75	1.056	0.087	18.288
v,luft	16.6	0.0	0.170	0.00	0.75	1.056	0.135	2.234
Fönster	169.6	0.0	0.900	0.67	1.00	1.056	0.245	41.603
(Zonens fönsterprocent=17.086. Solavdrag multipliceras med 0.8779)								
Yta 1,luft	24.7	0.0	0.220	0.00	1.00	1.056	0.232	5.736
VindsbjlgV	85.0	0.0	0.100	0.00	1.00	0.722	0.072	6.139
ägg,luftGo	120.0	0.0	0.120	0.00	1.00	0.722	0.087	10.400
lv,jordGol	51.0	0.0	0.110	0.00	0.75	0.722	0.060	3.039
v,jord	12.6	0.0	0.330	0.00	0.75	0.167	0.041	0.520
Fönster	16.7	0.0	1.500	0.06	1.00	0.167	0.240	4.006
(Zonens fönsterprocent=132.540. Solavdrag multipliceras med 0.1132)								

$$Aom = \quad 1443.0+ \quad 0.0= \quad 1443.0 \text{ Summa } (U_{justi} \cdot A_i) \text{ i W/K= } 177.654$$

$$F_s,akt = \text{Summa } (U_{justi} \cdot A_i) / Aom = \quad 177.654/ \quad 1443.0 = 0.123 \text{ W/m}^2, K$$

Bilaga 2 - HEAT2, beräkningar av köldbrygga

SP21 - PELARTYP 1

Bondaryflows:

Med köldbrygga

Sum flows: 0 W/m

Sum pos flows: 0.1151W/m

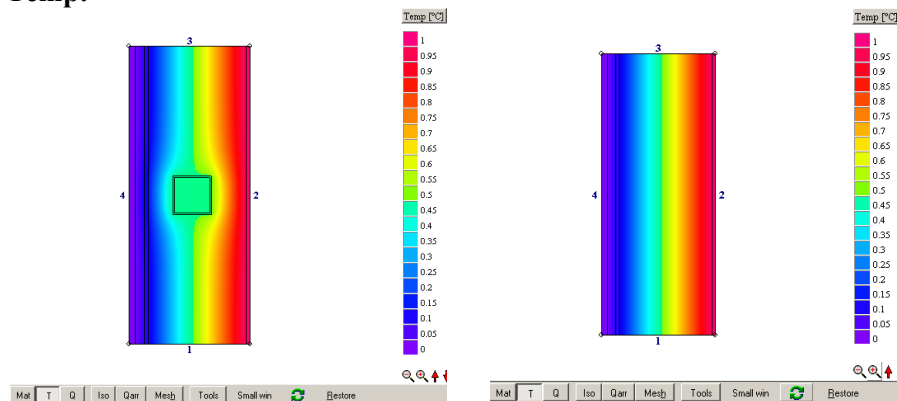
Utan köldbrygga

Sum:-1.5E-6 W/m

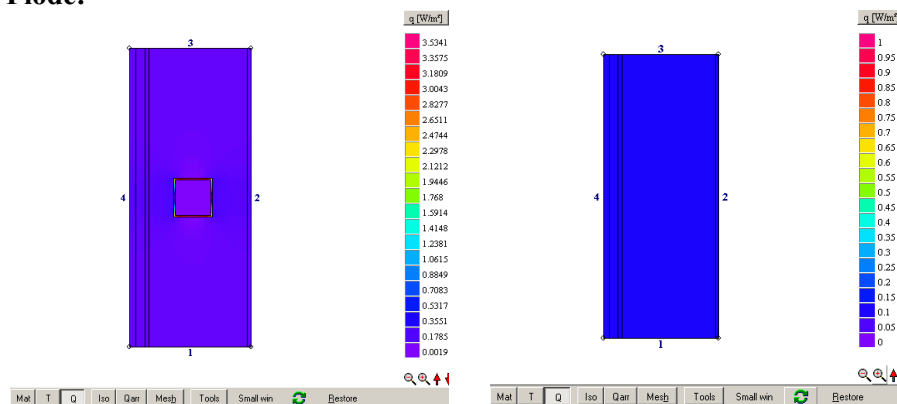
Sum: 0.104 W/m

Differans: 0,0111 W/m

Temp:



Flöde:



SP11 - Pelartyp 1 vid yttre hörn

Bondaryflows:

Med köldbrygga

Sumflows: 2.4E-5 W/m

Sum pos flows: 0.1333 W/m

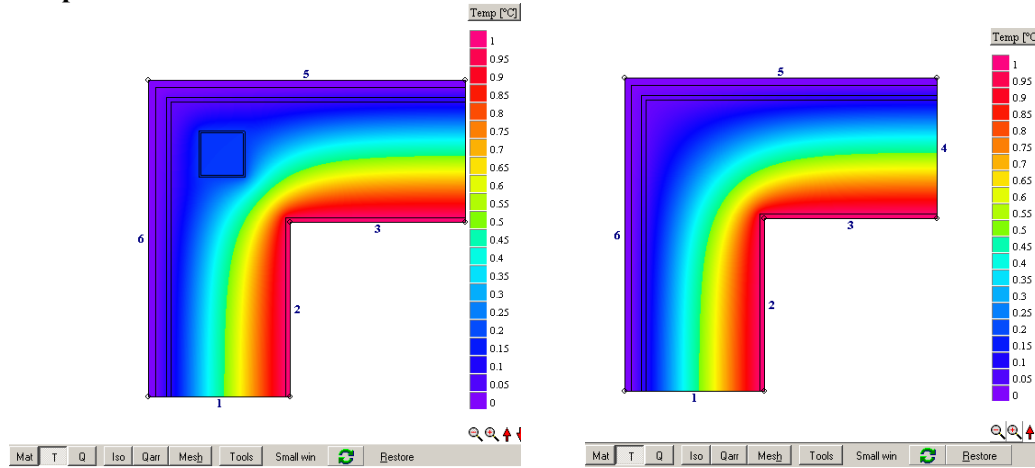
Utän köldbrygga

Sum:-1.5E-6 W/m

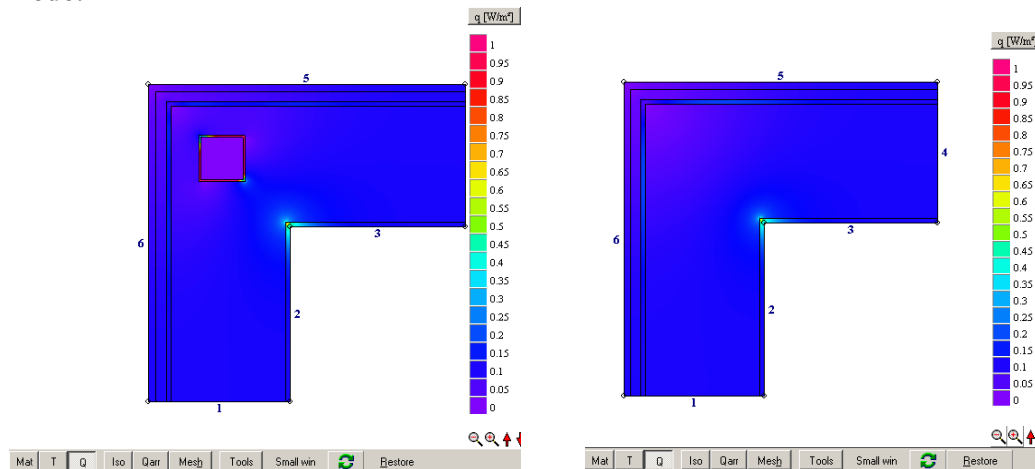
Sum: 0.1296 W/m

Differans: 0,0037 W/m

Temp:



Flöde:



SP12 - PELARTYP 2

Boundaryflows:

Med köldbrygga

Sum flows: $-1.2E-5$ W/m

Sum pos flows: 0.1177W/m

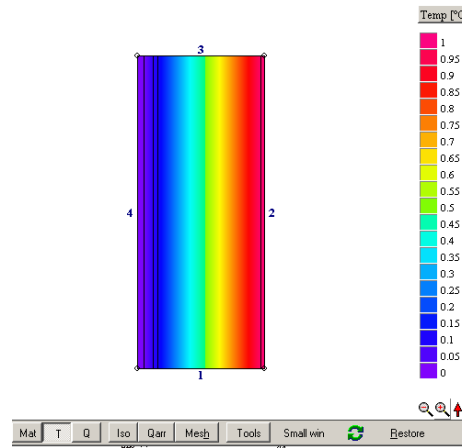
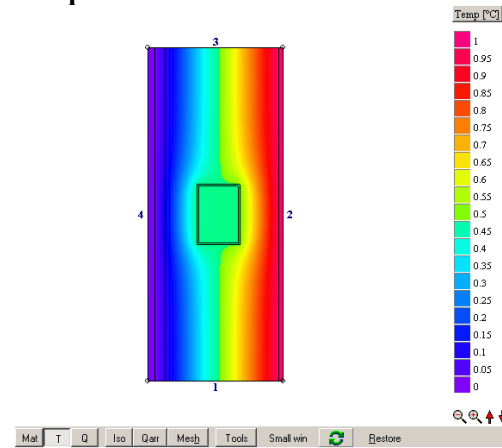
Utän köldbrygga

Sum: $-2.1E-6$ W/m

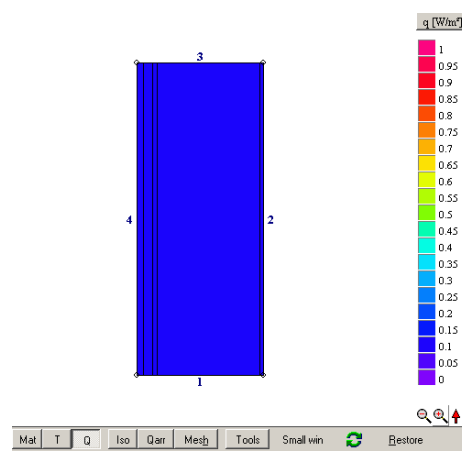
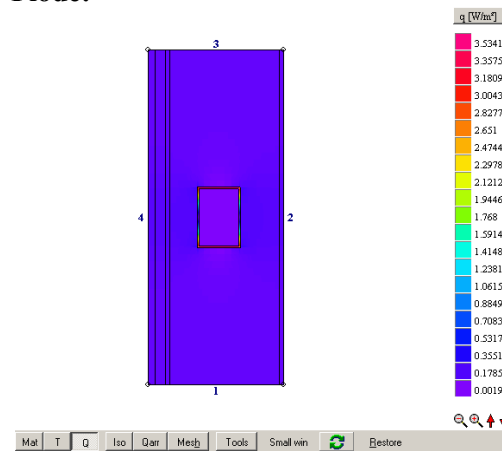
Sum: 0.104 W/m

Differans positive flöden: 0,0137 W/m

Temp:



Flöde:



SP 13 - PELARTYP 3

Bondaryflows:

Med köldbrygga

Sum flows: -6.3E-6 W/m

Sum pos flows: 0.14 W/m

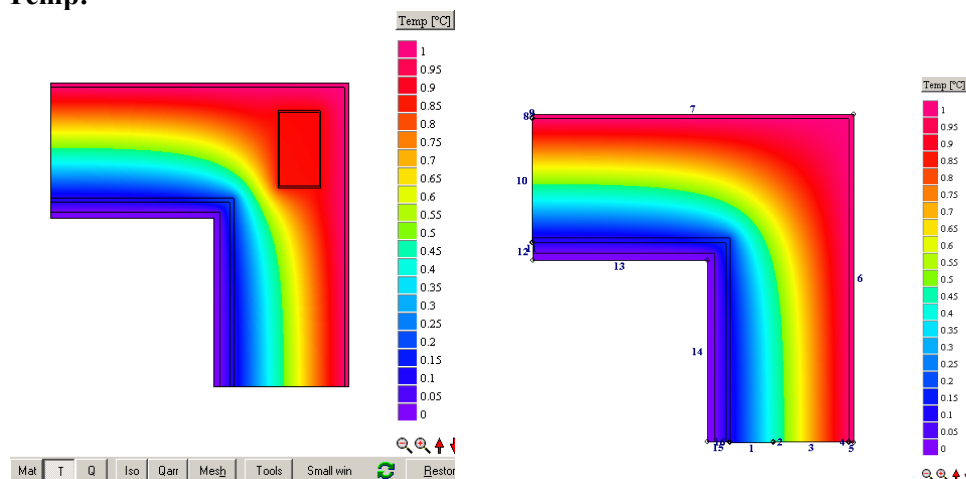
Utan köldbrygga

Sum: -2.1E-6 W/m

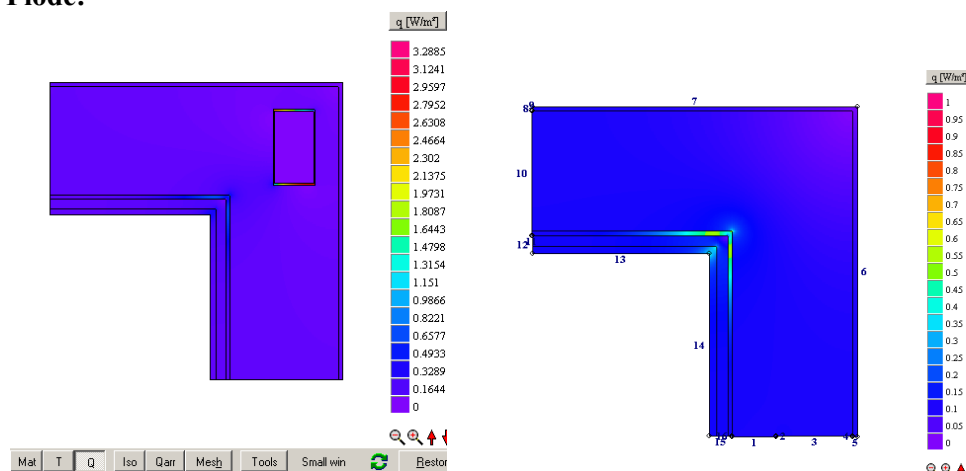
Sum: 0.1334 W/m

Differans positive flöden: 0,006 W/m

Temp:



Flöde:



Sammanräkning Beckomberga:

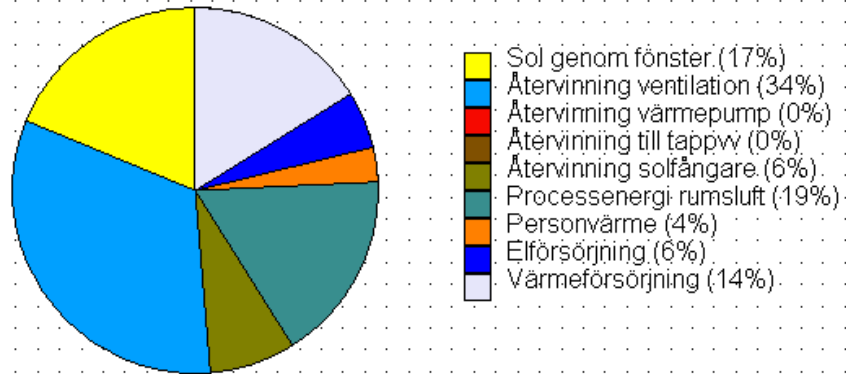
Q med Q utan

Pelare	brygga:	brygga:	Diff. Q	st/plan	Längd	plan	Tot.pelarlängd	Tot. Q
SP11	0,1333	0,1296	0,0037	7	2,6	4	72,8	0,26936
SP21	0,1151	0,104	0,0111	4	2,6	4	41,6	0,46176
SP12	0,1177	0,104	0,0137	3	2,6	4	31,2	0,42744
SP13	0,14	0,1334	0,0066	4	2,6	4	41,6	0,27456
Sum								1,43312

Bilaga 3 – Resultat VIP+

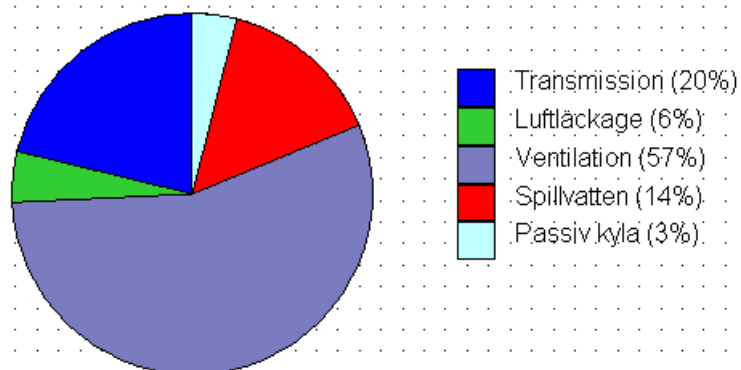
NCC Baseline

Tillförd energi



Energibalans tillförd energi - NCC Base line

Avgiven energi



Energibalans avgiven energi - NCC Base line

Flerbostadshus med plusenergiteknik

Kontroll mot Boverktes byggregler					X
BBR10					Avbryt
	Aktuellt hus Referensdrift	Aktuellt hus Aktuell drift	Tillåtet värde		
Fs-värde	0.113	0.113	0.320	W/m ² C	
Energiebehov för uppvärmning (Värmeförsörjning EI till värmepump EI till fläktar EI till pumpar)	52 643	44 137	106 080	kWh/år	Tillåtet Fs-värde är 130% av Referenshusets medel: 0.246
BBR12					
	Aktuellt hus Planerad drift	Tillåtet värde			ATemp:957.00 Verksamhetstyp:Bostad Klimatzon: Söder
U-värde	0.185	0.530	W/m ² C		
Specifik energianvändning (Värmeförsörjning EI till Värmepump EI till kylmaskin alt Fjärrkyla EL till fläktar EI till pumpar Övrig fastighetsel)	46	110	kWh/m ² .år		
BBR16					
	Aktuellt hus Planerad drift	Tillåtet värde			ATemp:957.00 Verksamhetstyp:Bostad Klimatzon: I
U-värde	0.185	0.530	W/m ² C		
Specifik energianvändning	46.1	150.0	kWh/m ² .år		
Värmeförsörjning	33.4				
EI till värmepump	0.0				
EI till kylmaskin	0.0				
Fjärrkyla	0.0				
EI till fläktar	12.7				
EI till pumpar	-0.0				
Övrig fastighetsel	0.0				

BBR jämförelse - NCC Base line

Flerbostadshus med plusenergiteknik

Specifikation av energiflöden						
	Referenshus Referensdrift [kWh]	Referenshus Referensdrift [kWh/m ²]	Aktuellt hus Referensdrift [kWh]	Aktuellt hus Referensdrift [kWh/m ²]	Aktuellt hus Aktuell drift [kWh]	Aktuellt hus Aktuell drift [kWh/m ²]
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	106080	110.85	40534	42.36	31999	33.44
(1)Vent. aggregat	23681	24.75	74	0.08	74	0.08
(2)Värmesystem	43664	45.63	14454	15.10	14446	15.10
(3)Tappvarmvatten	38735	40.48	26007	27.18	17479	18.26
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	-0	-0.00	12108	12.65	12108	12.65
(35)EI värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(14)EI tilluftsfläktar	0	0.00	6054	6.33	6054	6.33
(13)EI Frånluftsfläkt	0	0.00	6054	6.33	6054	6.33
(15)EI cirkpump värmesystem	-0	-0.00	-0	-0.00	-0	-0.00
(10)EI cirkpump solfångare	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)EI cirkpump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)EI kylmaskin	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSÖRVARME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(4)Vent. aggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(36)SOLFÅNGARE	0	0.00	12749	13.32	11891	12.43
(7)Vent. aggregat	0	0.00	1	0.00	1	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	20	0.02	27	0.03
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	12729	13.30	11863	12.40
(26)PROCESSENERGI	38815	40.56	38815	40.56	38815	40.56
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	38815	40.56	38815	40.56	38815	40.56
(41)Verksamhetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENT. AGGREGAT	70831	74.01	82432	86.14	82432	86.14
(43)VÄRMESYSTEM	43664	45.63	14474	15.12	14474	15.12
(44)TAPPVARMVATTEN	38735	40.48	38735	40.48	29342	30.66

Figure NCC Base line – Specifikation av energiflöden

Flerbostadshus med plusenergiteknik

Nyckeltal				
	Referenshus Referensdrift	Aktuellt hus Referensdrift	Aktuellt hus Aktuell drift	
Inre värmekapacitet	25.02	69.94	69.94	[Wh/m ² °C]
Yttre värmekapacitet	24.98	72.44	72.44	[Wh/m ² °C]
Medel lägsta rumtemp	20.00	20.00	20.00	[°C]
Medelvärde ventilation	1.00	1.00	1.00	oms/h
Medelvärde Processenergi	4.63	4.63	4.63	[W/m ²]
Medelvärde Personenergi	1.00	1.00	1.00	[W/m ²]
Omslutningsarea	1598.33	1598.33	1598.33	[m ²]
Luftläckage vid 50 Pa	1277.86	874.28	874.28	[l/s]
Medelvärde invändigt tryck	-5.30	-6.10	-6.10	[Pa]
Förlust från solacktank	0.00	141.03	149.72	[kWh]
Max effekt från solfångare	0.00	0.00	19.65	[kW]
Omslutnings-/Golv-area	1.67	1.67	1.67	
SFP	0.00	2.00	2.00	[kW/(m ² /s)]

Energibalans						
	Referenshus Referensdrift [kWh]	Referenshus Referensdrift [kWh/m ²]	Aktuellt hus Referensdrift [kWh]	Aktuellt hus Referensdrift [kWh/m ²]	Aktuellt hus Aktuell drift [kWh]	Aktuellt hus Aktuell drift [kWh/m ²]
Avgiven energi						
(23)Transmission	64566	67.47	39603	41.38	39603	41.38
(24)Luftläckage	19377	20.25	13287	13.88	13287	13.88
(21)Ventilation	108223	113.09	119447	124.81	119447	124.81
(28)Spillvatten	38735	40.48	38735	40.48	29342	30.66
(22)Passiv kyla	4285	4.48	6525	6.82	6525	6.82
Tillförd energi						
(27)Sol genom fönster	34757	36.32	34757	36.32	34757	36.32
(20)Återvinning ventilation	47150	49.27	70250	73.41	70250	73.41
(19)Återvinning värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(29)Återvinning till tappvv	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(18)Återvinning solfångare	0	0.00	12749	13.32	11891	12.43
(45)Processenergi rumsluft	38815	40.56	38815	40.56	38815	40.56
(25)Personvärme	8383	8.76	8383	8.76	8383	8.76
(34)Elförsörjning	-0	-0.00	12108	12.65	12108	12.65
(33)Värmeförsörjning	106080	110.85	40534	42.36	31999	33.44

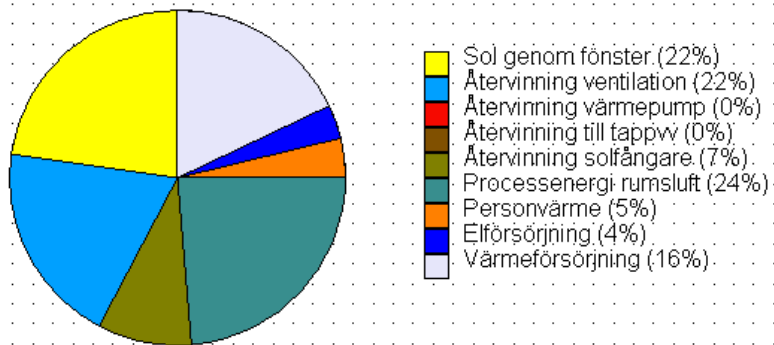
Nyckeltal NCC Base line

Anpassad resultatsammanställning						
Benämning på sammanställning	Referenshus Referensdrift	Referenshus Referensdrift	Aktuellt hus Referensdrift	Aktuellt hus Referensdrift	Aktuellt hus Aktuell drift	Aktuellt hus Aktuell drift
Värme till rum vent tvv	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²
Värme till rum vent tvv	106080	110.85	40534	42.36	31999	33.44
Elanvändning	38815	40.56	50923	53.21	50923	53.21
Fastighetsel	0	0.00	6054	6.33	6054	6.33
Köpt energi till tappvarmvatten	38735	40.48	26007	27.18	17479	18.26
Hushållsel	38815	40.56	38815	40.56	38815	40.56
Värme TVV Hushållsel	144895	151.41	85403	89.24	76867	80.32

Anpassad resultatsammanställning - NCC Base line

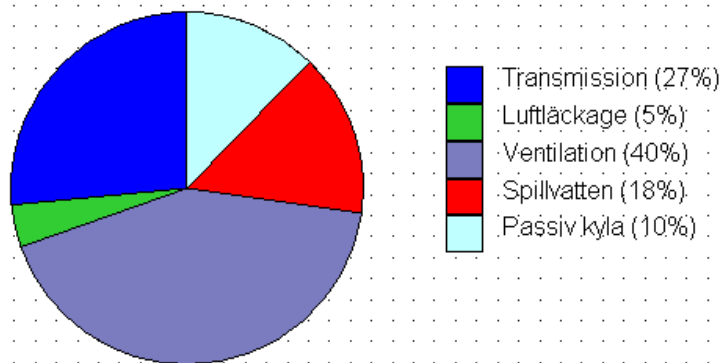
NCC Lågenergi

Tillförd energi



NCC Lågenergi - Energibalans, tillförd energi

Avgiven energi



NCC Lågenergi - Energibalans, avgiven energi

Flerbostadshus med plusenergiteknik

Kontroll mot Boverktes byggregler					X
BBR10					<input type="button" value="Avbryt"/>
	Aktuellt hus Referensdrift	Aktuellt hus Aktuell drift	Tillåtet värde		
Fs-värde	0.107	0.107	0.320	W/m ² C	
Energiebehov för uppvärmning (Värmeförsörjning EI till värmepump EI till fläktar EI till pumpar)	39 113	30 577	85 486	kWh/år	Tillåtet Fs-värde är 130% av Referenshusets medel: 0.246
BBR12					
	Aktuellt hus Planerad drift	Tillåtet värde			
U-värde	0.179	0.500	W/m ² C	ATemp:957.00 Verksamhetstyp:Bostad Klimatzon: Söder	
Specifik energianvändning (Värmeförsörjning EI till Värmepump EI till kylmaskin alt Fjärrkyla EI till fläktar EI till pumpar Övrig fastighetsel)	32	110	kWh/m ² ,år		
BBR16					
	Aktuellt hus Planerad drift	Tillåtet värde			
U-värde	0.179	0.500	W/m ² C	ATemp:957.00 Verksamhetstyp:Bostad Klimatzon I	
Specifik energianvändning	32.0	150.0	kWh/m ² ,år		
Värmeförsörjning	25.6				
EI till värmepump	0.0				
EI till kylmaskin	0.0				
Fjärrkyla	0.0				
EI till fläktar	6.3				
EI till pumpar	-0.0				
Övrig fastighetsel	0.0				

NCC Lågenergi - BBR jämförelse

Flerbostadshus med plusenergiteknik

Specifikation av energiflöden						
	Referenshus Referensdrift [kWh]	Referenshus Referensdrift [kWh/m²]	Aktuellt hus Referensdrift [kWh]	Aktuellt hus Referensdrift [kWh/m²]	Aktuellt hus Aktuell drift [kWh]	Aktuellt hus Aktuell drift [kWh/m²]
Avbryt						
Specifikation av energiflöden						
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	85486	89.33	33059	34.54	24523	25.63
(1)Vent. aggregat	11595	12.12	37	0.04	37	0.04
(2)Värmesystem	35155	36.73	7034	7.35	7033	7.35
(3)Tappvarmvatten	38735	40.48	25988	27.16	17454	18.24
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	0	0.00	6054	6.33	6054	6.33
(35)EI värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(14)EI tilluftsfläktar	0	0.00	3027	3.16	3027	3.16
(13)EI Frånluftsfläkt	0	0.00	3027	3.16	3027	3.16
(15)EI cirkpump värmesystem	0	0.00	-0	-0.00	-0	-0.00
(10)EI cirkpump solfångare	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)EI cirkpump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)EI kylmaskin	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(4)Vent. aggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(36)SOLFÅNGARE	0	0.00	12751	13.32	11892	12.43
(7)Vent. aggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	3	0.00	4	0.00
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	12747	13.32	11888	12.42
(26)PROCESSENERGI	38815	40.56	38815	40.56	38815	40.56
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	38815	40.56	38815	40.56	38815	40.56
(41)Verksamhetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENT. AGGREGAT	35414	37.00	40324	42.14	40324	42.14
(43)VÄRMESYSTEM	35155	36.73	7037	7.35	7037	7.35
(44)TAPPVARMVATTEN	38735	40.48	38735	40.48	29342	30.66

NCC Lågenergi – Specifikation av energiflöden

Flerbostadshus med plusenergiteknik

Nyckeltal Energibalans						
Nyckeltal						
	Referenshus Referensdrift	Aktuellt hus Referensdrift	Aktuellt hus Aktuell drift			
Inre värmekapacitet	25.02	69.81	69.81	[Wh/m ² °C]		
Yttre värmekapacitet	24.98	64.65	64.65	[Wh/m ² °C]		
Medel lägsta rumtemp	20.00	20.00	20.00	[°C]		
Medelvärde ventilation	0.50	0.50	0.50	oms/h		
Medelvärde Processenergi	4.63	4.63	4.63	[W/m ²]		
Medelvärde Personenergi	1.00	1.00	1.00	[W/m ²]		
Omslutningsarea	1598.33	1598.33	1598.33	[m ²]		
Luftläckage vid 50 Pa	1277.86	479.20	479.20	[l/s]		
Medelvärde invändigt tryck	-5.47	-5.80	-5.80	[Pa]		
Förlust från solacktank	0.00	136.53	145.22	[kWh]		
Max effekt från solfångare	0.00	0.00	19.65	[kW]		
Omslutnings-/Golv-area	1.67	1.67	1.67			
SFP	0.00	2.00	2.00	[kW/(m ² /s)]		

Energibalans						
	Referenshus Referensdrift [kWh]	Referenshus Referensdrift [kWh/m ²]	Aktuellt hus Referensdrift [kWh]	Aktuellt hus Referensdrift [kWh/m ²]	Aktuellt hus Aktuell drift [kWh]	Aktuellt hus Aktuell drift [kWh/m ²]
Avgiven energi						
(23)Transmission	67215	70.24	40949	42.79	40949	42.79
(24)Luftläckage	20248	21.16	8375	8.75	8375	8.75
(21)Ventilation	56231	58.76	63420	66.27	63420	66.27
(28)Spillvatten	38735	40.48	38735	40.48	29342	30.66
(22)Passiv kyla	8830	9.23	16574	17.32	16574	17.32
Tillförd energi						
(27)Sol genom fönster	34757	36.32	34757	36.32	34757	36.32
(20)Återvinning ventilation	23818	24.89	34233	35.77	34233	35.77
(19)Återvinning värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(29)Återvinning till tappvv	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(18)Återvinning solfångare	0	0.00	12751	13.32	11892	12.43
(45)Processenergi rumsluft	38815	40.56	38815	40.56	38815	40.56
(25)Personvärme	8383	8.76	8383	8.76	8383	8.76
(34)Elförsörjning	0	0.00	6054	6.33	6054	6.33
(33)Värmeförsörjning	85486	89.33	33059	34.54	24523	25.63

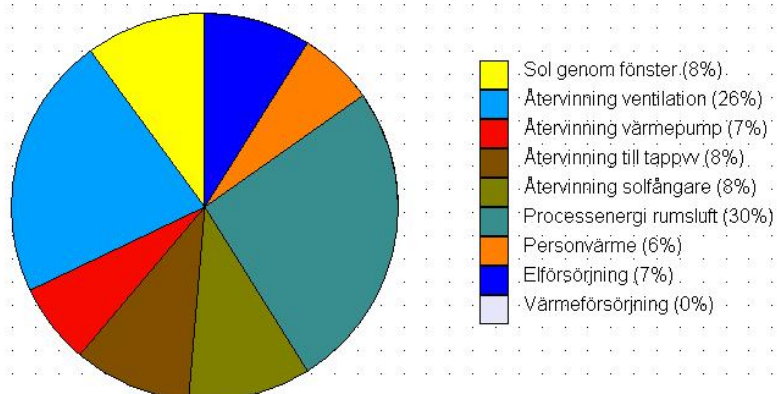
NCC Lågenergi – Nyckeltal energibalans

Anpassad resultatsammanställning						
Benämning på sammanställning	Referenshus Referensdrift	Referenshus Referensdrift	Aktuellt hus Referensdrift	Aktuellt hus Referensdrift	Aktuellt hus Aktuell drift	Aktuellt hus Aktuell drift
Värme TVV Hushållsel	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²
Värme till rum vent tvv	85486	89.33	33059	34.54	24523	25.63
Elanvändning	38815	40.56	44869	46.88	44869	46.88
Fastighetsel	0	0.00	3027	3.16	3027	3.16
Hushållsel	38815	40.56	38815	40.56	38815	40.56
Köpt energi till tappvarmvatten	38735	40.48	25988	27.16	17454	18.24
Värme TVV Hushållsel	124301	129.89	74901	78.27	66365	69.35

NCC Lågenergi – Anpassad resultatsammanställning

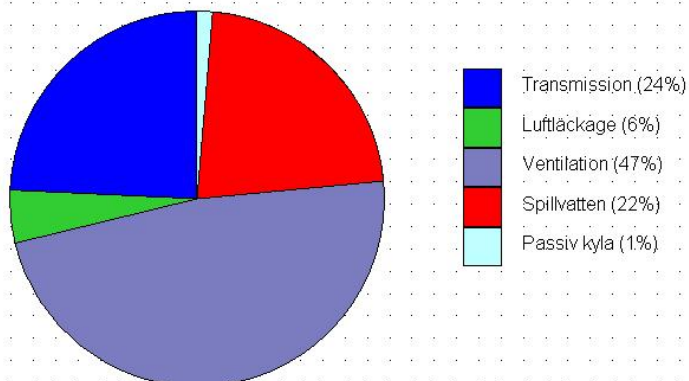
Plusenergihus

Tillförd energi



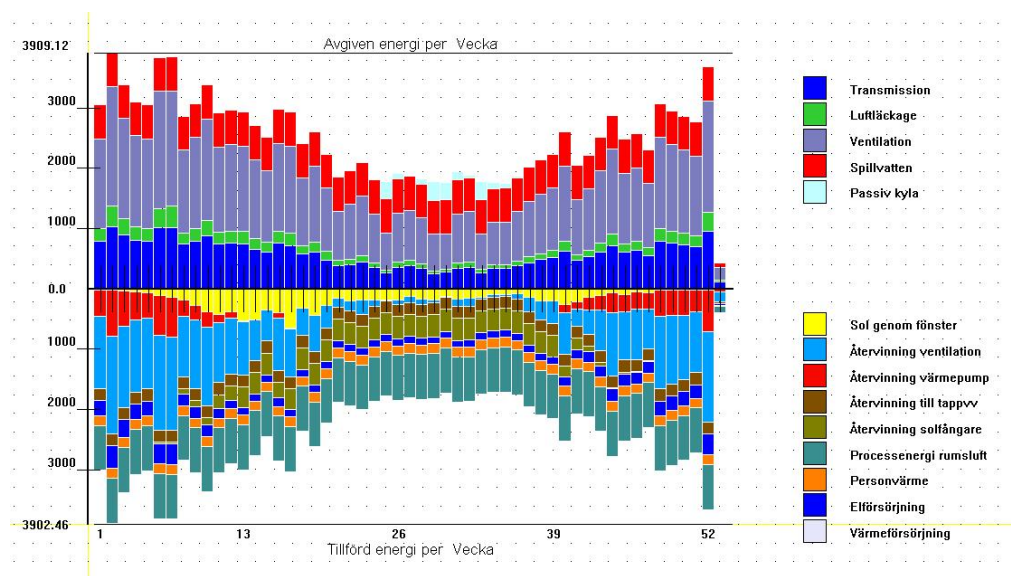
Plusenergihus - Tillförd energi

Avgiven energi



Plusenergihus - Avgiven energi

Flerbostadshus med plusenergiteknik



Plusenergihus - Energibalans, jämförelse mellan avgiven och tillförd energi.

Kontroll mot Boverktes byggregler				
BBR10				
	Aktuellt hus Referensdrift	Aktuellt hus Aktuell drift	Tillåtet värde	
Fs-värde	0.073	0.073	0.319	W/m²°C
Energibehov för uppvärmning (Värmeförsörjning)	9 801	9 001	86 771	kWh/år
El till värmepump				
El till fläktar				
El till pumpar				
				Tillåtet Fs-värde är 130% av Referenshusets medel: 0.246
BBR12				
	Aktuellt hus Planerad drift	Tillåtet värde		
U-värde	0.146	0.500	W/m²°C	ATemp:957.00
Specifik energianvändning (Värmeförsörjning)	9	110	kWh/m².år	Verksamhetstyp:Bostad
El till Värmepump				Klimatzon: Söder
El till kylmaskin alt Fjärrkyla				
EL till fläktar				
El till pumpar				
Övrig fastighetsel				
BBR16				
	Aktuellt hus Planerad drift	Tillåtet värde		
U-värde	0.146	0.500	W/m²°C	ATemp:957.00
Specifik energianvändning	9.4	110.0	kWh/m².år	Verksamhetstyp:Bostad
Värmeförsörjning	0.0			Klimatzon III
El till värmepump	3.1			
El till kylmaskin	0.0			
Fjärrkyla	0.0			
El till fläktar	6.3			
El till pumpar	-0.0			
Övrig fastighetsel	0.0			

Plusenergihus - BBR jämförelse

Flerbostadshus med plusenergiteknik

Specifikation av energiflöden						
	Referenshus Referensdrift [kWh]	Referenshus Referensdrift [kWh/m²]	Aktuellt hus Referensdrift [kWh]	Aktuellt hus Referensdrift [kWh/m²]	Aktuellt hus Aktuell drift [kWh]	Aktuellt hus Aktuell drift [kWh/m²]
<input type="button" value="Avbryt"/>						
Specifikation av energiflöden						
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	86771	90.67	0	0.00	0	0.00
(1)Vent. aggregat	11732	12.26	0	0.00	0	0.00
(2)Värmesystem	36303	37.93	0	0.00	0	0.00
(3)Tappvarmvatten	38735	40.48	0	0.00	0	0.00
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	0	0.00	9801	10.24	9001	9.41
(35)EI värmepump	0	0.00	3747	3.92	2947	3.08
(14)EI tilluftsfläktar	0	0.00	3027	3.16	3027	3.16
(13)EI Frånluftsfläkt	0	0.00	3027	3.16	3027	3.16
(15)EI cirkpump värmesystem	0	0.00	-0	-0.00	-0	-0.00
(10)EI cirkpump solfångare	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)EI cirkpump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)EI kylmaskin	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSÖRVÄRME	0	0.00	15843	16.55	12344	12.90
(4)Vent. aggregat	0	0.00	37	0.04	37	0.04
(5)Värmesystem	0	0.00	4329	4.52	4328	4.52
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	11477	11.99	7978	8.34
(36)SOLFÅNGARE	0	0.00	13777	14.40	11170	11.67
(7)Vent. aggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	75	0.08	76	0.08
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	13701	14.32	11094	11.59
(26)PROCESSENERGI	38815	40.56	38815	40.56	38815	40.56
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	38815	40.56	38815	40.56	38815	40.56
(41)Verksamhetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENT. AGGREGAT	35414	37.01	40069	41.87	40069	41.87
(43)VÄRMESYSTEM	36303	37.93	4404	4.60	4404	4.60
(44)TAPPVARMVATTEN	38735	40.48	38735	40.48	29342	30.66

Plusenergihus – Specifika energiflöden

Flerbostadshus med plusenergiteknik

Nyckeltal Energibalans						
Nyckeltal						
	Referenshus Referensdrift	Aktuellt hus Referensdrift	Aktuellt hus Aktuell drift			
Inre värmekapacitet	25.02	69.81	69.81	[Wh/m ² °C]		
Yttre värmekapacitet	24.98	64.67	64.67	[Wh/m ² °C]		
Medel lägsta rumtemp	20.00	20.00	20.00	[°C]		
Medelvärde ventilation	0.50	0.50	0.50	oms/h		
Medelvärde Processenergi	4.63	4.63	4.63	[W/m ²]		
Medelvärde Personenergi	1.00	1.00	1.00	[W/m ²]		
Omslutningsarea	1597.33	1597.33	1597.33	[m ²]		
Luftläckage vid 50 Pa	1277.86	479.20	479.20	[l/s]		
Medelvärde invändigt tryck	-5.33	-5.67	-5.67	[Pa]		
Förlust från solacktank	0.00	0.00	0.00	[kWh]		
Max effekt från solfångare	0.00	0.00	26.30	[kW]		
Omslutnings-/Golvs-area	1.67	1.67	1.67			
SFP	0.00	2.00	2.00	[kW/(m ² /s)]		

Energibalans						
	Referenshus Referensdrift [kWh]	Referenshus Referensdrift [kWh/m ²]	Aktuellt hus Referensdrift [kWh]	Aktuellt hus Referensdrift [kWh/m ²]	Aktuellt hus Aktuell drift [kWh]	Aktuellt hus Aktuell drift [kWh/m ²]
Avgiven energi						
(23)Transmission	59818	62.51	30443	31.81	30443	31.81
(24)Luftläckage	19559	20.44	8078	8.44	8078	8.44
(21)Ventilation	54495	56.94	61800	64.58	61800	64.58
(28)Spillvatten	38735	40.48	38735	40.48	29342	30.66
(22)Passiv kyla	934	0.98	1757	1.84	1757	1.84
Tillförd energi						
(27)Sol genom fönster	15891	16.61	10407	10.87	10407	10.87
(20)Återvinning ventilation	23682	24.75	33978	35.50	33978	35.50
(19)Återvinning värmepump	0	0.00	12096	12.64	9397	9.82
(29)Återvinning till tappvv	0	0.00	13557	14.17	10270	10.73
(18)Återvinning solfångare	0	0.00	13777	14.40	11170	11.67
(45)Processenergi rumsluft	38815	40.56	38815	40.56	38815	40.56
(25)Personvärme	8383	8.76	8383	8.76	8383	8.76
(34)Elförsörjning	0	0.00	9801	10.24	9001	9.41
(33)Värmeförsörjning	86771	90.67	0	0.00	0	0.00

Plusenergihus - Nyckeltal energibalans

Anpassad resultatsammanställning						
Benämning på sammanställning	Referenshus Referensdrift	Referenshus Referensdrift	Aktuellt hus Referensdrift	Aktuellt hus Referensdrift	Aktuellt hus Aktuell drift	Aktuellt hus Aktuell drift
Hushållsel	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²
Elanvändning	38815	40.56	44869	46.88	44869	46.88
Fastighetsel	0	0.00	3027	3.16	3027	3.16
Köpt energi till tappvarmvatten	38735	40.48	2654	2.77	1854	1.94
Värme TVV Hushållsel	125586	131.23	41842	43.72	41842	43.72
Hushållsel	38815	40.56	38815	40.56	38815	40.56

Plusenergihus - Anpassad resultatsammanställning

Flerbostadshus med plusenergiteknik

Resultat med tidsindelning														
Redovisningsalternativ														
<input checked="" type="radio"/> Månad <input type="radio"/> Vecka <input type="radio"/> Dag <input type="radio"/> Timma														
Dag: 1 2 3 4 5 6 7														
<input checked="" type="radio"/> Aktuellt hus aktuell dritt Avbryt <input type="radio"/> Aktuellt hus referensdritt <input type="radio"/> Referenshus referensdritt														
Tids-period	Avgiven energi [kWh]					Tillförd energi [kWh]								
	(23) Trans- mission	(24) Luft- läckning	(21) Venila- tion	(28) Spill- vatten	(22) Passiv kyla	(27) Sol- energi fönster	(20) Aler- vinnig vent	(19) Aler- vinnig VP	(29) Aler- vinnig Spillvatten	(18) Sol- fångare	(25) Person- värme	(46) Process- energi rumsluft	(33) Värmeför- sojning	(34) Elför- sojning
Mån 1	3797	1105	7238	2492	0	233	5819	2414	872	0	712	3297	0	1295
Mån 2	3503	1062	6730	2251	0	619	5292	1958	788	182	643	2978	0	1115
Mån 3	3415	957	6660	2492	0	1837	4685	638	872	939	712	3297	0	714
Mån 4	2931	807	5873	2412	0	2185	3139	92	844	1448	689	3190	0	525
Mån 5	2108	529	4544	2492	8	1304	1497	0	872	1620	712	3297	0	514
Mån 6	1474	353	3486	2412	375	840	472	0	844	1568	689	3190	0	498
Mån 7	1306	286	3064	2492	822	753	261	0	872	1620	712	3297	0	514
Mån 8	1409	309	3267	2492	522	652	328	0	872	1620	712	3297	0	514
Mån 9	1875	423	3999	2412	31	692	1043	1	844	1566	689	3190	0	498
Mån 10	2445	585	4880	2492	0	801	2360	850	872	535	712	3297	0	749
Mån 11	2744	700	5410	2412	0	321	3838	1366	844	67	689	3190	0	898
Mån 12	3435	963	6649	2492	0	169	5245	2077	872	6	712	3297	0	1168
Summa period	30443	8078	61800	29342	1757	10407	33978	9397	10270	11170	8383	38815	0	9001

Plusenergihus - Resultat med tidsindelning

Bilaga 4 – Indata LCC-analys

Fönster

Allmänt

Titel:

Datum:

Kommentar:

Förutsättningar

Kalkylperiod: [år]

Kalkylränta: [%]

Årlig inflation: [%]

Dagens energipris: [kr/kWh]

Årlig energiprisökning: [%]

Fönsterstorlek: [m²]

Klimatzon:

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Glasparametrar

U-värde: [W/m²K]

Kapitalkostnader

Investeringskostnad: [kr/m²]

Restvärde: [% av inv.kost]

Driftkostnader

Underhållskostnad/år: [% av inv.kost]

Livscykelkostnader

Kostnadstyp	Alt. 1	Alt. 2
LCCe	~0	~0
LCCuh	~580	~580
LCCtot	~580	~720

Känslighetsanalys - Kalkylränta

Kalkylränta | Energipris

Kalkylränta (%)	Alt. 1	Alt. 2
3.5	~530	~650
4.1	~560	~700
4.7	~590	~740
5.3	~620	~770
5.9	~650	~800
6.5	~680	~830

[Detaljerad rapport för utskrift](#)

Värmepump

Allmänt

Titel

Datum

Kommentar

Förutsättningar

Kalkylperiod [år]

Kalkylränta [%]

Årlig inflation [%]

Dagens energipris [kr/kWh]

Årlig energiprisökning [%]

Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kapitalkostnader

Investeringskostnad [kr]

Restvärde [kr]

Övriga kostnader

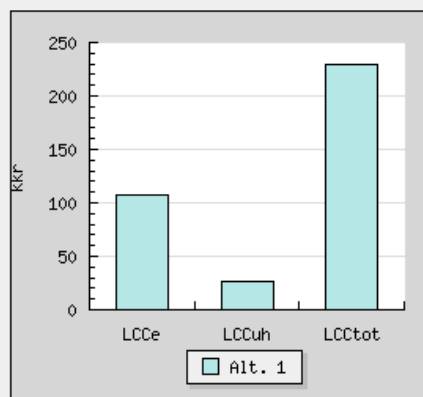
Årligt energibehov [kWh]

Underhållskostnad/år [kr]

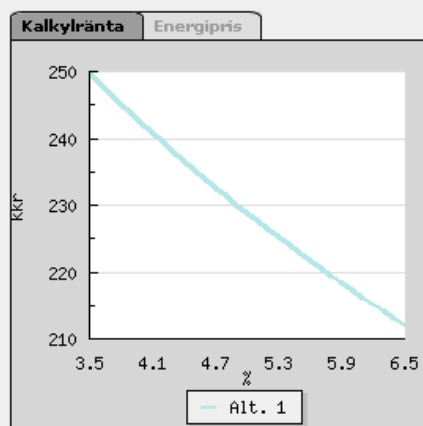
Beräkna

[Ekvationer vid beräkning av lcc](#)

Livscykelkostnader



Känslighetsanalys - Kalkylränta



Värmeväxlare

Allmänt

Titel

Datum

Kommentar

Förutsättningar

Kalkylperiod [år]

Kalkylränta [%]

Årlig inflation [%]

Dagens energipris [kr/kWh]

Årlig energiprisökning [%]

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Investeringskostnad	<input type="text" value="238500"/>	<input type="text" value="238500"/>	<input type="text"/>
Restvärde	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>
Årligt energibehov	<input type="text" value="12108"/>	<input type="text" value="6054"/>	<input type="text"/>
Underhållskostnad/år	<input type="text" value="4770"/>	<input type="text" value="4770"/>	<input type="text"/>

Kapitalkostnader

Investeringskostnad

Restvärde

Övriga kostnader

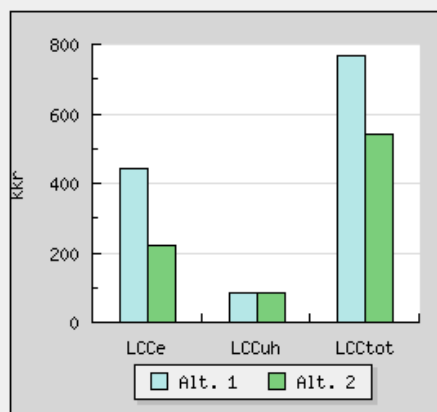
Årligt energibehov

Underhållskostnad/år

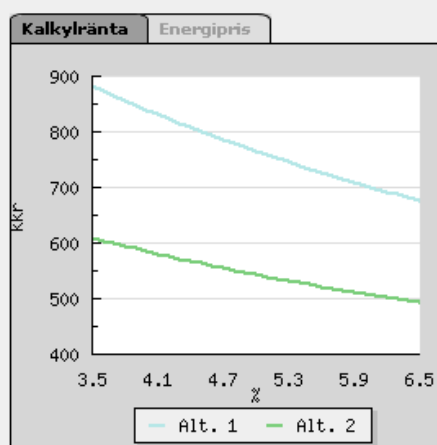
Beräkna

[Ekvationer vid beräkning av lcc](#)

Livscykelkostnader



Känslighetsanalys - Kalkylränta



Avloppsvärmeväxlare

Allmänt

Titel

Datum

Kommentar

Förutsättningar

Kalkylperiod [år]

Kalkylränta [%]

Årlig inflation [%]

Dagens energipris [kr/kWh]

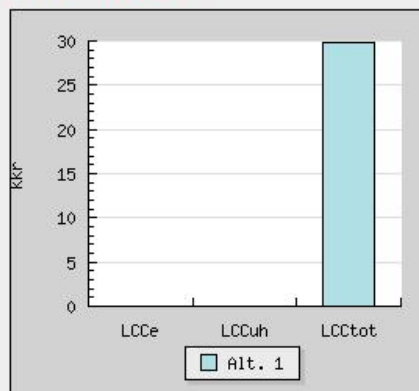
Årlig energiprisökning [%]

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Kapitalkostnader	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Investeringskostnad	<input type="text" value="29835"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Restvärde	<input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Övriga kostnader			
Årligt energibehov	<input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Underhållskostnad/år	<input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

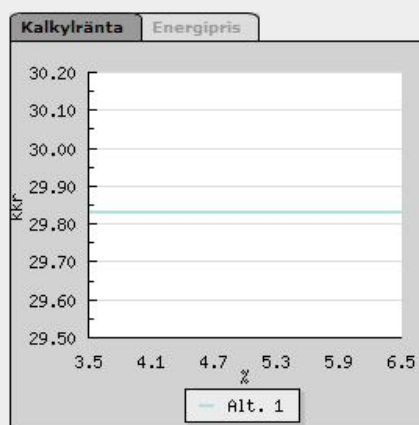
Beräkna

[Ekvationer vid beräkning av lcc](#)

Livscykelkostnader



Känslighetsanalys - Kalkylränta



Solvärme och ackumulatortank

Allmänt

Titel:

Datum:

Kommentar:

Förutsättningar

Kalkylperiod: [år]

Kalkylränta: [%]

Årlig inflation: [%]

Dagens energipris: [kr/kWh]

Årlig energiprisökning: [%]

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Kapitalkostnader	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Investeringskostnad	<input type="text" value="194535"/> [kr]	<input type="text" value="276366"/> [kr]	<input type="text" value="0"/> [kr]
Restvärde	<input type="text" value="0"/> [kr]	<input type="text" value="0"/> [kr]	<input type="text" value="0"/> [kr]
Övriga kostnader			
Årligt energibehov	<input type="text" value="0"/> [kWh]	<input type="text" value="0"/> [kWh]	<input type="text" value="0"/> [kWh]
Underhållskostnad/år	<input type="text" value="4000"/> [kr]	<input type="text" value="4000"/> [kr]	<input type="text" value="0"/> [kr]

Ekvationer vid beräkning av lcc

Livscykelkostnader

Kategori	Alt. 1	Alt. 2
LCCe	~0	~0
LCCuh	~70	~70
LCCtot	~260	~350

Känslighetsanalys - Kalkylränta

Tab: Kalkylränta | Energipris

Alternativ	3.5%	4.1%	4.7%	5.3%	5.9%	6.5%
Alt. 1	~275	~265	~255	~245	~235	~225
Alt. 2	~355	~345	~335	~325	~315	~305

Fjärrvärme

Allmänt

Titel

Datum

Kommentar

Förutsättningar

Kalkylperiod [år]

Kalkylränta [%]

Årlig inflation [%]

Dagens energipris [kr/kWh]

Årlig energiprisökning [%]

Kapitalkostnader

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	
Investeringskostnad	<input type="text" value="120000"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	[kr]
Restvärde	<input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	[kr]

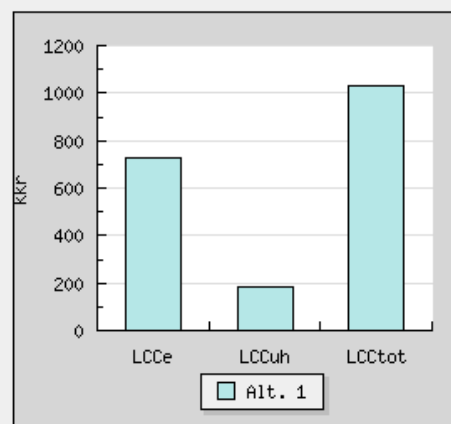
Övriga kostnader

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	
Årligt energibehov	<input type="text" value="32000"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	[kWh]
Underhållskostnad/år	<input type="text" value="10625"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	[kr]

Beräkna

[Ekvationer vid beräkning av lcc](#)

Livscykelkostnader



Känslighetsanalys - Kalkylränta

