

CHALMERS



Energieffektivisering

Energieffektivisering på gott och ont

- Studie av energiåtgång och materialtillverkning

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

MARTINA SVENSSON, BJÖRN SVERNLING

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för byggteknologi
Byggnadsfysik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2011
Examensarbete 2011:29

EXAMENSARBETE 2011:29

Energieffektivisering på gott och ont

- Studie av energiåtgång och materialtillverkning

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

MARTINA SVENSSON, BJÖRN SVERNLING

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Avdelningen för byggteknologi

Byggnadsfysik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2011

Energieffektivisering på gott och ont
- Studie av energiåtgång och materialtillverkning
*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

MARTINA SVENSSON, BJÖRN SVERNLING

© MARTINA SVENSSON, BJÖRN SVERNLING, 2011

Examensarbete / Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2011:29

Institutionen för bygg och miljöteknik
Avdelningen för byggteknologi
Byggnadsfysik
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Omslag:
Bilden representerar de tre fiktiva byggnader vilka används i rapporten för att jämföra olika energieffektiva byggnadsalternativ. Illustratör: Martina Svensson, egen skiss.

Chalmers Reproservice
Göteborg 2011

Energieffektivisering på gott och ont

- Studie av energiåtgång och materialtillverkning
*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

MARTINA SVENSSON, BJÖRN SVERNLING
Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för byggteknologi
Byggnadsfysik
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Energiåtgången måste minska i Sverige, inte minst inom byggsektorn som står för 30-40 % av Sveriges totala energianvändning. Regler, krav och riktlinjer manar till en minskning av byggnaders energianvändning med störst fokus på åtgången under driftstiden. Denna examensrapport innefattar en viktig och omfattande del som granskar de pådrivande faktorer som leder till energieffektivisering. Den presenterar politiska instanser och drivmedel som har olika inverkan och syfte. Ett kapitel av extra stor vikt är kapitel 2.1.1 vilket behandlar det omarbetade EU-direktivet som kommer ha stor påverkan på nationella regler i framtiden. De nya reglerna som anges innebär att alla nya byggnader från och med 2020-12-31 är nära nollenergibyggnader (för den offentliga sektorn från och med 2018-12-31).

Med enbart fokus på driften finns risken att övriga inverkan delar under byggnadens livstid glöms bort. Av denna anledning undersöker rapporten, genom en kvalitativ studie, om strängare energikrav i driften verkligen sänker energianvändningen i de undersökta byggnaderna eller bara förskjuter mer energi till produktionen. Det resultat som eftersträvas är en så kallad pay-off analys där man kan utläsa när energin för den extra mängden material har sparats ikapp av den minskade energiåtgången, i kWh. De undersökta byggnaderna är tre fiktiva byggnader som har gemensamma data i omgivande faktorer, men varierat klimatskal och ventilation.

Rapporten visar på att den förskjutning som sker av energin från driften till produktionen inte innebär några hinder i strävan efter energieffektiva byggnader. Den ökade mängd material som används har ur energisynpunkt sparats igen redan efter cirka 8 månader i ett hus med dagens gällande krav från BBR och efter cirka 11 månader i ett hus som byggs efter framtidens planerade krav. I ett perspektiv där byggnadens livstid anges som 50 år (vilket ofta kan bli ännu längre) är denna period väldigt kort och det kan anses lönsamt att investera i ett tjockare klimatskal.

Detta resultat skulle kunna tolkas att man bör isolera med väldiga dimensioner som går snabbt att spara ikapp energimässigt, men både genom ett kostnadseffektivt och också genom ett isoleringseffektivt perspektiv finns en övre gräns för de material vi använder idag. En tjocklek av till exempel väggisolering på cirka 600-700 mm kan i princip inte sänka U-värdet mer (Palm, 2010) och större dimensioner blir då heller inte lönsamma varken ekonomiskt eller energimässigt.

Nyckelord: Energieffektivitet, energipolitik, LEED, BREEAM, Miljöbyggnad, GreenBuilding, Svanen, lågenergihus, energiåtgång, materialtillverkning, VIP Energy.

Energy efficiency for better or worse

- A study of energy consumption and material manufacturing

Diploma Thesis in the Engineering Programme

Building and Civil Engineering

MARTINA SVENSSON, BJÖRN SVERNLING

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of Building Technology

Building physics

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The consumption of energy has to decrease, not least within the construction sector which stands for 30-40 % of Sweden's use of energy. There are suggestions, from EU, that all new buildings should be near-zero-energy buildings from 2021. The report is presenting different levels of the Swedish society and how these can contribute and affect the development.

The report examines how the new proposed requirements affect materials production and operation phase. Will we reduce energy consumption for material production and housing of the building or will the new suggested demands only lead to energy efficiency during the operating phase? To do this, the report has three fictitious houses with different kind of energy demands. The result shows, the pay-off time, when the extra amount of material has been saved by reduced energy use of the building.

The conclusion is that even if the production of material requires more energy today than before, because of today's energy efficient buildings, the amount is insignificant compared with a building's lifetime. The energy for producing more material has already been saved after about eight to eleven months, depending on which building studied. Therefore it is profitable to keep on insulating a building. However, this is not the case since there is an end for how much you can insulate and reduce the energy demand. There is a limit when insulating efforts for reducing energy is no longer profitable. An insulation thickness of 600-700 mm can't lower the U-value of the wall and is therefore not viable, either economically or energetically.

Keywords: Energy efficiency, energy politic, LEED, BEEAM, Miljöbyggnad, GreenBuilding, Svanen, energy use, material production, VIP Energy.

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
DIPLOMA THESIS IN THE ENGINEERING PROGRAMME	II
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	1
FÖRORD	3
BETECKNINGAR	4
1 INLEDNING	5
1.1 Bakgrund	5
1.2 Syfte, mål och målgrupp	5
1.3 Frågeställningar	6
1.4 Metod	6
1.5 Avgränsningar	6
1.6 Rapportens disposition	6
2 PÅDRIVANDE FAKTORER FÖR ENERGIEFFEKTIVISERING	8
2.1 EU	8
2.1.1 Nya krav för specifik energianvändning	8
2.1.2 Kyotoprotokollet	9
2.1.3 Ekonomiska incitament	10
2.2 Regeringen	11
2.2.1 Bygga-bo dialogen	11
2.2.2 Miljö kvalitetsmålen	12
2.2.3 Ekonomiska incitament	14
2.3 Nationella myndigheter	15
2.3.1 Boverket	15
2.3.2 Energimyndigheten	16
2.3.3 Länsstyrelsen	17
2.4 Kommun	17
2.5 Näringslivet	18
2.6 Individen	18
2.7 Energicertifieringar	18
2.7.1 GreenBuilding	19
2.7.2 Miljöbyggnad	20
2.7.3 LEED	20
2.7.4 BREEAM	20
2.7.5 Svanenmärkt	21
2.8 Lågenergihuskoncept	21
2.8.1 Passivhus	22

2.8.2	Nära nollenergihus	23
2.8.3	Plusenergihus	25
2.9	Regler och riktlinjer för produktionen	25
3	BERÄKNINGAR	26
3.1	VIP Energy	26
3.2	Definition av de tre fiktiva byggnaderna	26
3.2.1	Gemensamma uppgifter	27
3.2.2	Huskaraktäristiska uppgifter	29
3.3	Energianvändning för byggnaderna	33
3.3.1	Summa energiförluster genom klimatskalet	33
3.3.2	Energibesparing för byggnaderna	33
3.4	Energiåtgång vid materialtillverkning	34
3.4.2	Summa energiåtgång vid materialtillverkning	37
3.4.3	Skillnad i energiåtgång vid materialtillverkning	37
4	RESULTAT	38
4.1	Effekterna av hårdare energikrav	38
4.2	Pay-off mellan drift och materialtillverkning	39
5	SLUTSATS	42
6	DISKUSSION	43
7	KÄLLFÖRTECKNING	45

BILAGOR

Bilaga 1: Handberäkning av energianvändning

Bilaga 2: Resultat från VIP Energy

Förord

Detta examensarbete är skrivet vid Chalmers Tekniska Högskola, institutionen för Bygg- och miljöteknik våren 2011. Rapportens fokus ligger på bostäders energianvändning när det kommer till tillverkning av materialet vi bygger in och hur detta inverkar på energiförlusterna när byggnaden tagits i bruk. Det är intressant och engagerande att få fördjupa sig i samhällets energipolitik för Sveriges bostäder. Hur olika aktörer i samhället har makt att påverka samt hur vi alla berörs och därför måste jobba gemensamt.

Denna rapport har framställts i samarbete med Ramböll Sverige AB. Vi vill rikta ett stor tack till vår handledare Göran Frenning på Ramböll för att han har inspirerat och väglett oss. Hans engagemang i ämnet har lett till flera intressanta diskussioner och kontakter. Vi vill även tacka Mariette Sylan på Ramböll som handlett och gett oss förutsättningar att genomföra rapportens energiberäkningar. Ett tack riktas även till vår examinator på Chalmers, Carl-Eric Hagentoft, för hans tålamod och handledning vid handberäkningar och framställning av rapporten. Sist men inte minst tackar vi de tillverkare, konsulter och övriga som ställt upp och bidragit till denna rapport

Tack!

Göteborg juni 2011

Martina Svensson, Björn Svernlind

Beteckningar

Gradtimmar	summan av de antal grader då utetemperaturen understiger den temperatur då det krävs uppvärmning multiplicerat med antal timmar för perioden.
Pay-off	en metod som använd för att kunna räkna ut hur snabbt en investering betalar sig själv.
Specifik energianvändning	är byggnadens energianvändning och omfattar den mängd köpt energi som levereras till byggnaden, vid normalt brukande, under ett normalår.
Specifik värmekapacitet	ett ämnes förmåga att lagra termisk energi.
Transmission	värmeöverföring från ett varmare medium till ett kallare genom strålning, konvektion och ledning.
Zon I	Norrbottnens, Västerbottnens och Jämtlands län.
Zon II	Västernorrlands, Gävleborgs, Dalarnas och Värmlands län.
Zon III	Västra Götalands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmar, Östergötlands, Södermanlands, Örebro, Västmanlands, Stockholms, Uppsala, Skåne, Hallands, Blekinge och Gotlands län.

Nedan förklaras beteckningar som används vid överslagsberäkningarna:

Aom	innerarea av klimatskalet (m^2)
Atemp	summan av den invändiga arean för alla våningsplan som avses att värma till mer än $10^\circ C$ (m^2)
Internvärme	värme alstrad från personer, hushållsel och tappvarmvatten (Wh)
n	luftomsättning, ventilationsgrad (h^{-1}, s^{-1})
Q	energibehov (Wh)
U	värmegenomgångskoefficient för byggnadskomponent (W/m^2K)

1 Inledning

Byggbranschen bör se till helheten när samhället strävar efter ett energieffektivare boende, vilket har agerat som bakgrund till denna rapport. Mer om bakgrunden presenteras nedan samt de frågeställningar som avhandlas. Vad detta arbete syftar till och de avgränsningar som bör beaktas framgår under rubrik 1.2 samt 1.5. Metoden redovisas i rubrik 1.4 och en presentation av hur rapporten är disponerad avslutar kapitlet under rubrik 1.6.

1.1 Bakgrund

Byggindustrin står för cirka 30 % av Sveriges energianvändning vilket är ett stort problem om vi ska kunna leva i ett hållbart samhälle. Många procent av en byggnads energiåtgång förbrukas under uppbyggnad och rivning, men den största delen går åt under drifttiden. Detta har man inom Europeiska Unionen (EU) uppmärksammat och nya direktiv på bättre energihushållning har tagits fram (EPBD2). Dessa är aktuella inom svenska byggsektorn och Boverket håller på att arbeta fram tolkningar av kraven.

Karin Adalberth skriver i sin doktorsavhandling "Energy use and environmental impact of new residential buildings" att cirka 15 % av byggnadens totala energiåtgång kommer från produktionen av byggnads- och installationsmaterial. Hela 85 % kommer dock från driften av byggnaden. Ett stort fokus bör alltså ligga på energieffektivisering av driftskedet, men frågan som detta examensarbete ställer är vad denna utveckling får för konsekvenser under produktionskedet. Kommer kraven på låg energiåtgång leda till användning av mer material med högre energiåtgång vid framställning jämfört med tidigare krav?

Andra studier i ämnet

Det finns några studier gjorda i ämnet, men ingen med de nya kraven från EU som huvudfokus. De kommande kraven från EU ger anledning att göra ytterligare studier för att få veta hur man bäst utför energieffektivisering av byggnader. (Adalberth, 2000) undersöker vilken del av byggnadens livstid som står för den största energiåtgången. En annan studie av (Neméth B.W., 1998) presenterar totalt energibehov för fem enkelbostäder i Norge och (Cole R.J., 1996) har studerat ett kontorshus ur ett livscykelperspektiv.

1.2 Syfte, mål och målgrupp

Syftet med projektet är att undersöka om den energieffektivisering i bruksskedet som EU, Boverket och marknaden strävar efter leder till en total minskning av byggnaders energiåtgång. Målet är att granska bakåt i tiden huruvida vi går i rätt riktning mot ett hållbart samhälle med minskad energianvändning samt om strategin är den rätta.

Målgruppen för detta examensarbete är de byggföretag, som verkställer byggandet, beställaren, som kan styra och påverka marknaden genom den byggteknik som används, samt den offentliga sektorn. Myndigheter som Boverket och Energimyndigheter kommer finna intresse av vår utredning för att genom lagar, regler och riktlinjer kunna styra branschen mot en hållbar utveckling. Även studenter kan finna intresse i rapporten för fakta och inspiration eller vidare frågeställningar.

1.3 Frågeställningar

- Vilka pådrivande faktorer för energieffektivisering av byggnader finns det?
- Kommer vi minska energiåtgången för materialtillverkning och energiförluster under driftskedet för byggnader, genom att uppfylla de nya föreslagna BBR-kraven till 2021? Eller leder de nya kraven bara till energieffektivisering under driftskedet?
- När inträffar pay-off, det vill säga när har den ökade åtgångna energin i materialtillverkningen sparats ikapp av minskade energiförluster genom klimatskalet under driftskedet?

1.4 Metod

För att kunna avgöra vart utvecklingen är på väg genomförs en kvalitativ studie där energiåtgången vid materialtillverkning och driften från tre fiktiva byggnader med olika energikrav. Dessa byggnader kommer jämföras ur antalet kWh under produktionen och driftskedet.

Litteraturstudier – studera tidigare examensarbeten och rapporter från verksamma aktörer inom området för att fördjupa oss och finna underlag till vårt examensarbete.

Intervjuer - Frågeställningar som dyker upp vid inläsning av området och som inte finns i litteraturen kommer ställas till personer inom branschen. Personernas utlåtande kommer undersökas och eventuellt användas.

Studiebesök - Besöka byggda passivhus, mässor, byggföretag.

Beräkningar – Med hjälp av Ramböll och energiberäkningsprogrammet VIP Energy kommer vi kunna beräkna energiåtgång och energibalans i tre fiktiva hus.

Rapportskrivning - Sammanställa examensarbetet i textform.

1.5 Avgränsningar

Detta examensarbete jämför tre olika byggnader med specifik energianvändning utefter nya och gamla BBR-krav. Denna rapport studerar tre fiktiva byggnader för att förutsättningarna ska vara lika och resultatet trovärdigt. Dessa byggnader har förenklats till att bara innehålla enkla byggdelar och ett enkelt, tätt klimatskal. I princip har byggnaden invändigt begränsats till installationer.

I materialtillverkningen har endast de material som har stor betydelse för U-värdet och värmeflödet genom klimatskalet undersökts. Det rör sig om isolering, fönster och installationer. Vid analys av dessa har enbart tillverkningen tagits i beaktande vilket medför att materialtransport och eventuell återvinning eller återanvändning efter rivning inte behandlas i rapportens jämförelse.

1.6 Rapportens disposition

Här följer en översikt av rapportens kapitel med en kort beskrivning av dess innehåll.

Kapitel 2 – Pådrivande faktorer för energieffektivisering tar bland annat upp energipolitik och energicertifieringar som pådrivande faktorer. Under varje rubrik ges en överskådlig bild av vilka nivåer i samhället som arbetar mot en bättre framtid samt exempel på hur arbetet genomförs.

Kapitel 3 - Beräkningar redovisar de tre fiktiva byggnadernas gemensamma och karakteristiska värden samt energiberäkningar från VIP Energy och överslagsberäkningar inför resultatkapitlet.

Kapitel 4 - Reslutat redovisar resultaten från energi- och överslagsberäkningarna, samt pay-off för när man har sparat ikapp den extra energiinvesteringen från produktionen.

Kapitel 5 - Slutsats behandlar resultatet från kapitel 4 och besvarar frågeställningen.

Kapitel 6 - Diskussion tar upp hur rapporten interagerar med verkligheten och ger förslag till vidare frågeställningar.

2 Pådrivande faktorer för energieffektivisering

Detta inledande kapitel presenterar de faktorer som är instiftade av samhället som kan driva på utvecklingen mot energieffektivare byggnader. Det är uppdelat genom att först presentera de nivåer som anses styrande av samhället, från EU-nivå ner till individen, för att sedan redovisa befintliga energicertifieringar som kan pressa byggherrar och brukare att följa trenden mot ett energieffektivt förhållningssätt. Avslutningsvis görs en presentation av regler som driver på produktionen i samma riktning.

2.1 EU

EU har till uppgift att bland annat föra alla medlemsländer mot ett gemensamt mål, en hållbar utveckling. Miljöproblemen är i många fall gränsöverskridande och har starka samband med vad som händer i andra delar av världen, varför samarbetet inom EU och övriga världen är av stor betydelse. (Boverket, 2011a)

Många av de svenska miljöreglerna och strategierna för hur miljöarbetet ska utvecklas tas fram inom EU-samarbetet. Miljön är ett av EU tyngsta politiska område med minst 250 gemensamma rättsakter (Naturvårdsverket, 2011). Boverket har gjort en översikt bland internationella styrdokument som har koppling till God bebyggd miljö och fann femtio stycken. Fyrtio av dessa var dokument från EU-samarbetet. Det handlar om rekommendationer, handlingsplaner, konventioner, direktiv, gemensamma strategier med mera. Exempel på internationella styrdokument från EU som påverkar Sveriges miljö- och energipolitik är:

- EG-direktivet om omgivningsbuller
- EU-samarbete om revidering av ramdirektivet för avfall
- EG-direktivet om byggnaders energiprestanda
- Europeiska landskapskonventionen

(Boverket, 2011a)

2.1.1 Nya krav för specifik energianvändning

Samhället är beroende av energi och det är en förutsättning för blomstrande industrier och fungerande ekonomi samt ett välmående folk, dock är 80 % av EU:s totala utsläpp av växthusgaser energirelaterade. Därmed är utmaningen stor och tidskrävande för att få ett energisystem som är säkrare och mer hållbart. För att styra i rätt riktning antog det Europeiska rådet 2007 ett ambitiöst energi- och klimatmål till år 2020. Syftet med målet är förbättra energieffektiviteten med 20 %, öka andelen förnybar energi med 20 % samt minska utsläppen av växthusgaser med 20 % (European Commission, 2010) Detta direktiv om byggnaders energiprestanda omarbetades och antogs den 19 maj 2010 och benämns idag som EPBD2. Direktivets omfattning är hämtat från Energimyndigheten och anger bland annat att medlemsstaterna ska:

- Fastställa och tillämpa krav avseende byggnaders energiprestanda (såväl nya som befintliga byggnader).
- Regelbundet, minst vart femte år, se över och vid behov revidera dessa krav.
- Tillse att alla nya byggnader från och med 2020-12-31 är nära nollenergibyggnader (för den offentliga sektorn från och med 2018-12-31).

- Upprätta nationella planer för att öka antalet nära nollenergibyggnader.

(Energimyndigheten, 2010a)

Nära nollenergibyggnader innebär att innan val av energiförsörjning görs ska energibehovet för uppvärmning och kylning minskas till kostnadsoptimala nivåer. Det är därmed en byggnad med hög energiprestanda och en nationell definition av målet skall utformas (Energimyndigheten, 2010a). Mer om begreppet nära nollenergibyggnader finns beskrivet i kapitel 2.8.2. För att uppnå EU:s direktiv till år 2019 och 2021 har energimyndigheten på uppdrag av boverket kommit fram med följande förslag till målnivåer och etappmål.

Nya byggnader

Målnivån är att 25 % av alla nyproducerade byggnader ska uppfylla kraven för NNE-byggnader till år 2015. Förslag till etappmålen för nya byggnader innebär en halvering av energibehovet i förhållande till BBR:s ställda minimikrav 2010 (Energimyndigheten, 2010a).

Renoverade byggnader

Till år 2015 är målnivån att 40 %, av renoverade byggnader, ska uppfylla kraven för NNE-byggnader. För större renoveringar av byggnader är etappmålet att energianvändningen högst får vara 70 % i förhållande till BBR:s gällande minimikrav 2010 (Energimyndigheten, 2010a).

2.1.2 Kyotoprotokollet

Kyotoprotokollet anger att världens industrialiserade länder tillsammans ska minska utsläppen av vissa växthusgaser med 5,2 % jämfört med nivåer från referensåret 1990. Detta ska ske mellan åren 2008-2012. Protokollet är en fortsättning på Förenade nationernas (FN) ramkonvention om klimatförändringarna och har som uppgift att förklara och föreslå åtgärder för de deltagande länderna i deras arbete mot minskade utsläpp av växthusgaser. Protokollet antogs den 11 december 1997 i Kyoto efter långa förhandlingar mellan parterna men kunde träda i kraft först 2005 då tillräckligt många länder hade undertecknat avtalet (Europa, 2010).

EU anger att de redan har uppnått Kyotoprotokollets mål och utsläppen av växthusgaser har minskat med 12,5 % jämfört med 1990. Detta har skett samtidigt som den ekonomiska tillväxten har fortsatt. De områdena som omfattas av minskningen rapporterar EU är:

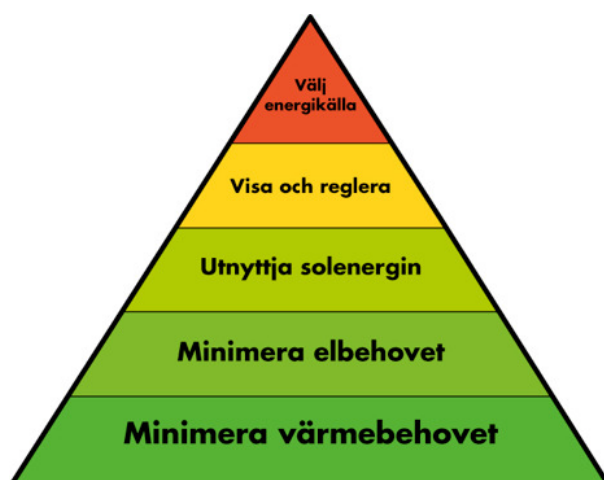
- 7 % inom energisektorn.
- 11 % från industriprocesser (tillverkning av adipinsyra, halogenerade kolväten och svavelhexafluorid).
- 11 % från jordbruket (minskning av mängden nötkreatur och en minskad användning av handelsgödsel och stallgödsel).
- 39 % från avfall (metanutsläpp från förvaltade deponier).

(Europa, 2010)

Då protokollets genomförandetid snart är slut har EU antagit nya och finns beskrivna i kapitel 2.1.1 (Europa, 2010).

Inom Sverige

Enligt protokollet som individuellt delar upp procenten mellan de deltagande länderna kan Sverige öka sina utsläpp med upp till 4 %. Dock har Sverige egna energimål på både kort och lång sikt. De korta är knutna till Kyotoprotokollets tidsram och säger att Sverige ska minska sina utsläpp av växthusgaser till 96 % av nivåerna från 1990 innan 2012. Långsiktiga mål håller på att tas fram inom EU (Energimyndigheten, 2009). En del av Sveriges engagemang att jobba enligt Kyotoprotokollet visar sig i att företag i Sverige använder sig av Kyotopyramiden, se figur 2.1. Denna anger hur man ska prioritera effektiva komponenter och uppvärmningsmetoder vid nybyggnation (Paroc, 2007).



Figur 2.1 Kyotopyramiden visar det effektivaste sättet att minska energianvändningen vid uppvärmning av byggnader. (Paroc, 2007)

2.1.3 Ekonomiska incitament

Inom EU finns ett antal program som kan ge stöd till energieffektivisering, men de flesta är dock riktade till forskningsprojekt och inte för konkreta byggnadsprogram. Den faktiska relevansen till energieffektivisering av byggnader finns långt ner i kedjan. I denna rapport presenteras endast några av dessa som kan vara relevanta som pådrivande faktorer.

EU:s sjunde ramprogram för forskning, utveckling och demonstration (FP7)

Pågår mellan 2007–2013 och ska ge ut bidrag till ett totalt värde av 55 miljarder euro. Bidragen är tänkta att stödja forskningsinstitut, individuella forskare och högskolor att utveckla projekt inom bland annat energi. Sverige har kontrakterat 4,4 % av programmets beviljade medel.

LIFE+

Bidragen delas ut till offentliga eller privata organ mellan 2007-2013. Inom de tre huvudområdena Natur och biologisk mångfald, Miljöpolitik och förvaltning samt Information och kommunikation finns utrymme för byggrelaterade bidrag. Sverige disponerar 2 miljarder euro.

EU:s ramprogram för konkurrenskraft och innovation (Competitiveness and Innovation Programme, CIP)

Bidrar med lånemöjligheter via statliga myndigheter för att uppmuntra nätverkande och utvecklande projekt för energieffektivare lösningar i samhället.

Europeisk sammanhållningspolitik

Strukturfonder som till viss del ska användas till energieffektivisering av byggnader.

(Energimyndigheten, 2010b)

2.2 Regeringen

Den svenska regeringen har ett stort ansvar för att uppnå ett energieffektivt byggande och ett hållbart samhälle. De har möjlighet att styra både den offentliga och privata sektorn mot hållbara upphandlingar och verksamheter genom lagar och regler. De ekonomiska incitamenten spelar också en stor roll genom statsfinansierade byggprojekt. Regeringens ansvarsområden är många och de har bl.a. det övergripande ansvaret för de 16 miljö kvalitetsmålen. Under regeringen är det Miljödepartementet som alltid har det övergripande ansvaret för miljöfrågorna (Miljömålen, 2010). Miljömålet God bebyggd miljö och plan- och bygglagstiftningen är två viktiga styrmedel i regeringens arbete inom byggbranschens miljöarbete. De jobbar även bl.a. för att förbättra bullriga miljöer, energieffektivisering, val av miljövänliga byggprodukter och främja för utbildning och informations spridning inom branschen genom till exempel Bygga-bo-dialogen som finns beskrivet i kapitel 2.2.1 (Regeringskansliet, 2010)

2.2.1 Bygga-bo dialogen

År 2003 skrev 31 företag, fyra kommuner, Naturvårdsverket och regeringen under ett samarbete, en dialog, som skulle nå en hållbar bygg- och fastighetssektor med fokus på tre huvudområden; inomhusmiljön, användningen av energi och användningen av naturresurser (Regeringskansliet, 2011). Det korrekta namnet på samarbetet var "Bygga, bo och förvalta för framtiden" men kom senare att kallas Bygga-bo-dialogen. År 2004 beslutades att Boverket skulle ansluta sig till samarbetet och inrätta ett sekretariat inriktat på just denna dialog. Bygga-bo-dialogen avslutades vid årsskiftet 2009/2010, men utreds för tillfället (april 2011) om vidare förvaltning.

Mål

De mål som Bygga-bo-dialogen hade som ledning var följande punkter:

- Energianvändningen från bostäder och lokaler ska minska. Senast år 2025 sker uppvärmningen av bostäder och lokaler med endast begränsade inslag av fossila bränslen. 2015 erhålls mer än hälften av energibehovet över året från förnyelsebara energikällor.
- Jämfört med år 2000 ska mängden köpt energi ha minskat med 30 % fram till år 2025.
- Från år 2005 ska det finnas tillräcklig information för att branschen aktivt ska kunna välja bort miljö- och hälsofarliga byggvaror och ämnen.
- År 2009 ska alla nybyggda och 30 % av den befintliga bebyggelsen vara deklarerade och klassificerade när det gäller miljöpåverkan.
- Deponerat avfall ska minska med 50 % tills 2005 jämfört med 1994 års nivåer.
- Senast 2010 ska högst 25 % av avfallet från ny- och ombyggnad, fastighetsförvaltning samt rivning gå till deponi, detta jämfört med 1994. År 2025 ska denna andel vara 10 %.
- Uttaget av naturgrus får 2010 inte överstiga 12 miljoner/år. Ballasten ska istället bestå av minst 15 % återvunnet material.

(Regeringskansliet, 2011)

Utvärdering och förvaltande

Genom Bygga-bo-dialogen har kompetens spridits och de medverkande aktörerna har varit mycket nöjda. Det har även mynnat ut i ett klassificeringssystem från början kallad Miljöklassad byggnad som nu har ändrat namn till Miljöbyggnad. Miljöbyggnad behandlas i kapitel 2.7.2. Kompetensen från dialogen har juridiska spärar och är inte helt klart hur kunskapen ska förvaltas, dock har organisationen Sweden Green Building Council tagit över ansvaret för certifiering av Miljöbyggnad (Boverket, 2010a).

2.2.2 Miljökvalitetsmålen

Sverige antog i april år 1999 15 stycken miljökvalitetsmål för att skapa strategier och effektivt kunna jobba mot en hållbar utveckling. Idag är de 16 stycken med 73 delmål som anger inriktning, tidsperspektiv och åskådliggör miljöarbetet. Målen gör det möjligt att nationellt, regionalt och lokalt sträva mot samma mål, nämligen att de stora miljöproblemen skall vara lösta till nästa generation år 2020 (år 2050 när det gäller klimatmålet). De är ett löfte till framtida generationer om frisk luft, rika naturupplevelser och hälsosamma livsmiljöer (Naturvårdsverket, 2008)

En utmaning för alla

För att målen ska nås är det viktigt att alla samhällets aktörer engagerar sig och tar sin del av ansvaret. Därför är de 16 miljökvalitetsmålen uppdelade på 7 myndigheter. Boverket, Kemikalieinspektionen, Skogsstyrelsen, Strålsäkerhetsmyndigheten, Jordbruksverket och Sveriges geologiska undersökning ansvarar för var sitt mål medans Naturvårdsverket ansvarar för tio.

Deras uppgifter, tillsammans med andra myndigheter, organisationer och företag, är att samla data, redovisa måluppfyllelsen, föreslå kompletterande insatser och i övrigt arbeta för att målen nås (Miljömålen, 2011a) Varje myndighet ansvarar själv för att målen följs upp och utvärderas. Det är sedan Naturvårdsverkets uppgift att göra en samlad redovisning till regeringen (Miljömålen, 2011b)

Miljökvalitetsmålen

De 16 miljökvalitetsmålen som ska vara uppfyllda inom en generation är:

1. Begränsad klimatpåverkan
2. Frisk luft
3. Bara naturlig försurning
4. Giftfri miljö
5. Skyddande ozonskikt
6. Säker strålmiljö
7. Ingen övergödning
8. Levande sjöar och vattendrag
9. Grundvatten av god kvalitet
10. Hav i balans samt levande kust och skärgård
11. Myllrande våtmark
12. Levande skogar
13. Ett rikt odlingslandskap
14. Storlagen fjällmiljö
15. God bebygg miljö
16. Ett rikt växt- och djurliv

(Miljömålen, 2011c)

Beskrivning av mål 15: God bebygg miljö, följer här då målet berör byggsektorn och dess energieffektivisering.

Mål 15: God bebyggd miljö.

Citerat från Naturvårdsverket är God bebyggd miljö definierat enligt ”*Städer, tätorter och annan bebyggd miljö skall utgöra en god och hälsosam livsmiljö samt medverka till en god regional och global miljö. Natur- och kulturvärden skall tas till vara och utvecklas. Byggnader och anläggningar skall lokaliseras och utformas på ett miljöanpassat sätt och så att en långsiktigt god hushållning med mark, vatten och andra resurser främjas.*” (Naturvårdsverket, 2008)

Definition av miljö kvalitetsmål: God bebyggd miljö

Innebörden av miljö kvalitetsmålet God bebyggd miljö som har betydelse för detta arbete och påverkar energieffektiviseringen är enligt miljömålen att:

- arv från kulturella, historiska och arkitektoniska byggnader i form av platser, landskap och miljöer vårdas och utvecklas.
- byggnader utformas hållbart vid både nylokalisering, användning, förvaltning och restaurering av befintlig bebyggelse.
- städer och tätorter planeras utifrån ett sammanhållet och hållbart perspektiv på sociala, ekonomiska samt miljö- och hälsorelaterade frågor,
- minska klimatpåverkan, resurs- och energianvändningen genom att integrera infrastruktur för energisystem, avfallshantering, transporter m.m. i stadsplaneringen.
- människor inte utsätts för skadliga luftföroreningar, ljudnivåer och radonhalter eller andra oacceptabla hälso- eller säkerhetsrisker,
- förnybara energikällor bör i första hand användas och användningen av energi, vatten och andra naturresurser bör ske på ett effektivt, resursbesparande och miljöanpassat sätt.
- avfallshanteringen är effektiv för samhället och enkel för konsumenterna så att restprodukter, avfall och avfallets farlighet kan minskas.

(Miljömålen, 2011d)

Delmål till miljö kvalitetsmål 15: God bebyggd miljö

För att konkretisera och göra arbetet med de 16 miljö kvalitetsmålen överskådligt har riksdagen antagit 73 delmål. Delmålens huvudsakliga uppgift är att ange riktning och tidsperspektiv (Miljömålen, 2011e). God bebyggd miljö har sju delmål, se Tabell 2.1. Dessa sju delmål täcker dock inte hela målets vision, men är en bit på väg för att uppfylla miljö kvalitetsmålet.

Tabell 2.1 Visar de sju delmålen och när dessa skall/skulle vara/varit uppfyllda. (Miljömålen, 2011e)

Delmål	Målar	Nås målen?
Planeringsunderlag	2010	Mycket svår att nå

Kulturhistoriskt värdefulla bebyggelser	2010	Mycket svår att nå
Buller	2010	Ej möjlig att nå
Uttag av naturgrus	2010	Mycket svår att nå
Avfall	2005-2015	Bedöms bli svår att nå
Energianvändning med mera i byggnader	2020/2050	Bedöms kunna nås med ytterligare åtgärder
God inomhusmiljö	2010/2015/2020	Bedöms bli svår att nå

Som visas i Tabell 2.1 har flera av delmålen misslyckats att nås till utsatt tidpunkt och dessa delmål kommer nu antingen revideras och få nya målår eller behållas oförändrade utan nya målår. Att nå målet God bebyggd miljö inom en generation är mycket svårt. Detta beror bland annat på att byggnader och bebyggelsestrukturer har lång livslängd vilket gör det svårt att komma tillrätta med problem som exempelvis dålig inomhusmiljö, buller, lokalisering av verksamheter i ytterområdena som leder till ökad trafik, redan till år 2020. Ett annat problem är att bebyggelsens kulturhistoriska värden inte skyddas i tillräcklig omfattning. För att nå miljö kvalitetsmålet God bebyggd miljö behövs i flera fall ytterligare åtgärder och bättre kunskap om hur delmålen ska kunna uppnås. Samarbetet behöver vara sektorövergripande och samverka med den regionala och nationella nivån. Men det krävs också en förändrad livsstil. Små beslut om transportsätt till aktiviteter, inköp, energihushållning i hemmet får sammanfattningsvis stor effekt (Naturvårdsverket, 2008).

2.2.3 Ekonomiska incitament

Det finns en komplex struktur i samhället som från flera plan bidrar till en ökad energieffektivisering av byggnader. Traditionellt sett i Sverige har skatter varit det främsta styrmedlet, men intresset för marknadsbaserade styrmedel har ökat (Energimyndigheten, 2008). Sverige anpassar sedan sitt inträde i EU en stor del sina ekonomiska incitament och skatteregleringar i enlighet med energiskattedirektivet 2003/96/EG (Energimyndigheten, 2010b). Där särskiljer man skattelättnader på olika verksamheter som hushåll, industrier eller om bränsle används till uppvärmning eller drivmedel vilket ger en komplicerad översiktlig bild av vad som är riktat direkt mot byggbranschen. Rapporten "Finansieringsinstrument för energieffektivisering" (Energimyndigheten, 2010b) sammanfattar Sveriges nationella styrmedel för renoveringar av befintliga byggnader, både gällande och nyss avslutade. Dessa följer nedan:

- **Reparation, underhåll eller om- och tillbyggnad, ROT**
ROT-avdraget infördes den 8 december 2008 och för att framförallt motverka svartarbete och stimulera arbetskraftsutbudet men flera av de åtgärder som ROT anger innehåller energibesparande åtgärder. Dock får detta avdrag inte utnyttjas på hus yngre än fem år.

- **Stöd för konvertering från direktverkande el i bostadshus**
Stödet ges för insatser utförda mellan 1 januari 2006 och 31 december 2010. Det riktas till småhus, flerbostadshus och bostadsknutna lokaler och främjar byte från direktverkande eluppvärmning till fjärrvärme eller individuell uppvärmning med solvärme, biobränsle eller värmepump.
- **Stöd för konvertering från oljeuppvärmningssystem i bostadshus**
Detta stöd gavs ut mellan 1 januari 2006 till 31 oktober 2007 och främjade omställning från oljeuppvärmningssystem till fjärrvärme, berg-, sjö- eller jordvärmepump samt uppvärmning med biobränsle.
- **Stöd för installation av energieffektiva fönster och biobränsleanordningar i småhus.**
Mellan 2007 och 2009 gavs statliga bidrag på 30 % av material- och arbetskostnaderna för att uppmuntra installation av energieffektiva fönster i befintliga småhus eller biogasanläggning i nybyggda småhus.
- **Stöd till energieffektivisering och konvertering i lokaler som används för offentlig verksamhet ("Off-rot")**
Ett bidrag till energieffektivisering av offentliga lokaler som utförde åtgärderna mellan 15 maj 2005 och 31 december 2008.
- **Energikartläggningscheckar**
Ett stöd som ges mellan 2010-2014 och underlättar för verksamheter som har en slutlig användning av energi på mer än 0,5 GWh per år att utföra energikartläggning.

(Energimyndigheten, 2010b)

2.3 Nationella myndigheter

De nationella myndigheterna i Sverige har av regeringen olika ansvarsområden i frågan om energieffektivisering. Boverket har exempelvis stort ansvar i direkta byggfrågor så som att utforma regler för utformning och byggnation av byggnader. Länsstyrelsen jobbar mer med övergripande miljöfrågor och har som funktion att stödja kommunens och näringslivets arbete med energieffektivisering och energimyndigheten har till uppgift att bland annat främja Sveriges energieffektivisering. Dessa tre myndigheter är de enda som tas upp i denna rapport då de har störst relevans till energieffektivisering av byggnader.

2.3.1 Boverket

Boverket är en förvaltningsmyndighet som arbetar med frågor om bebyggd miljö, fysisk planering, byggande och förvaltning samt boendefrågor och hushållning med mark- och vattenområden. Grunden för deras arbete är Plan- och bygglagen, Byggnadsverkslagen, delar av Miljöbalken samt Bostadsförsörjningslagen. Det är sedan utifrån dessa som föreskrifter och bygg- och konstruktionsreglerna utformas så som bygglov, bygganmälan och minimikrav på det som byggs. Boverket lyder under regeringen och socialdepartementet och har till uppgift att genomföra de beslut som riksdagen och regeringen fattar samt komma med förslag till förbättringar inom byggindustrin.

Boverket samverkar med många andra myndigheter, skapar och formulerar regler om energihushållning och undersöker hur planering och byggnation kan minska koldioxidutsläppen. De har i uppgift att sprida kunskapen och genom olika forum och samarbeten kan myndigheter, allmänheten och andra berörda få råd och stöd samtidigt som boverket kan följa utvecklingen av frågor inom dess verksamhetsområde.

Boverkets uppgifter som rör denna rapport:

- Ger råd och vägledning om Plan- och Bygglagen, exempelvis om bygglov, detaljplaner och översiktsplaner.
- Följer hur lagen tillämpas i hela landet och rapporterar till regeringen.
- Utvecklar metoder och ger inspiration till länsstyrelser, kommuner och företag.
- Bidrar med expertkunskap och underlag till den statliga kommitté som ska utbilda och informera om förändringarna i den nya plan- och bygglagen.
- Deltar i ett utvecklingsarbete kring gemensamma digitala standarder för planer och ritningar.

(Boverket, 2011b)

Riksdagen har beslutat att de stora miljöproblemen skall vara lösta till nästa generation och har därför antagit 16 miljö kvalitetsmål. Boverket har ansvar för att miljö kvalitetsmål 15: God bebyggd miljö nås till år 2020, något som bedöms som svårt. Utformning och byggnation av nya hus har också stor betydelse liksom förvaltning och renovering av redan befintliga byggnader. För att målen skall kunna lösas till nästa generation krävs det också en förändring i den enskilda personens livsstil och beteende. Så för att åskådliggöra hur God bebyggd miljö skall uppnås till år 2020 finns totalt sju delmål varav delmål 6 är intressant för rapporten och presenteras nedan.

Delmål nr 6: Energianvändning, handlar om att energianvändningen ska ha minskat med 20 % i förhållande till år 1995, samt att beroendet av fossila bränslen skall vara brutet och andelen förnybar energi ökas. Trots skärpta regler och införandet av energideklaration bedöms God bebyggd miljö bli svårt att uppnå, särskilt svårt är det att nå de delmål som berör människors hälsa och bebyggelsers kulturvärde. (Boverket, 2011b)

Energideklarationen

Detta verktyg vilket Boverket ansvarar för, är tänkt att minska en byggnads energiåtgång, driftskostnad och utsläpp av växthusgaser. Deklarationen visar hur mycket energi som går åt i byggnaden och ägaren får även råd om energieffektiviserande åtgärder. Alla småhus som hyrs ut eller säljs ska ha en energideklaration och den ska förnyas vart tionde år. (Boverket, 2010c)

2.3.2 Energimyndigheten

Energimyndigheten har av regeringen via Näringsdepartementet ett ansvar att främja energieffektivisering och en smartare användning av energi inom transport-, industri- och byggnadssektorerna. Deras metoder för att fullfölja detta ansvar är bland annat att sprida riktad information, utföra teknikupphandlingar, uppfölja och utvärdera goda exempel samt att testa och märka produkter. Myndigheten samarbetar med kommuner och branschorganisationer samt lokala och regionala aktörer

(Energimyndigheten, 2009b) Ett exempel på ett samarbetsprojekt mellan Energimyndigheten och andra myndigheter är kampanjen Renovera Energismart där de riktar sig till föreningar och förvaltare av miljonprogrammets bostadsbestånd för att få dem att renovera energismart (Renovera energismart, 2011). Energimyndigheten ger även ut föreskrifter och har de senaste åren lämnat ett antal som är kopplade till energieffektivitet som till exempel ”Statens energimyndighets föreskrifter och allmänna råd om statligt stöd till energieffektivisering i kommuner” eller ” Statens energimyndighets föreskrifter och allmänna råd om statligt stöd till solceller och landsting” (Energimyndigheten, 2011).

2.3.3 Länsstyrelsen

Länsstyrelsen är en statlig myndighet lokaliserad i Sveriges samtliga 21 län och fungerar som en länk mellan människor, kommuner, regeringen, riksdagen och centrala myndigheter. Deras uppgifter är bland annat att fullfölja de nationella målen, samordna länets intressen, främja länets utveckling och fastställa regionala mål (Länsstyrelsen, 2010).

Ett av länsstyrelsens många verksamhetsområden är miljön. Här är deras uppgift att se till att de regionala och nationella miljömålen får genomslag i länet. Miljömålen regionaliseras och strategier samt åtgärdsprogram tas fram för att målen ska nås. För god bebyggd miljö rör det sig i de flesta fall om planering och planeringsunderlag. Arbetet genomförs i samarbete med kommunerna och olika samhällssektorer med miljöansvar. När det kommer till klimat- och energimålen samordnar Länsstyrelsen det regionala arbetet och har tillsammans med kommuner, myndigheter och näringsliv arbetat fram en energi- och klimatstrategi som visar hur klimatmålen och energiomställningen skall kunna nås (Länsstyrelsens klimatarbete).

Länsstyrelsens roll är att:

- aktivt verka för att öka produktionen av förnybar energi i länet
- driva på arbetet med energieffektivisering i direkt samverkan med kommuner, näringsliv och organisationer

(Länsstyrelsens klimatarbete).

Länsstyrelsen har möjlighet att agera via information, kunskapsöverföring och styrmedel. Deras roll är därför av betydelse för att kunna uppnå ett hållbart energisystem (Länsstyrelsens klimatarbete). Genom att bidra med tillsynsvägledning, nätverk för kommunala energistrategier, seminarier om energifrågor samt ordna energiprojekt till små och medelstora företag stödjer Länsstyrelsen kommunernas och näringslivets arbete med energieffektivisering (Länsstyrelsens klimatarbete).

2.4 Kommun

Kommunerna har en central roll när det kommer till arbetet mot en hållbar utveckling. Detta främst på grund av att de ambitioner inom miljö och energi som kommer från regeringen ofta förverkligas inom kommunernas gränser och att de har makt över den fysiska planeringen. De har därmed ett stort ansvar för att åstadkomma en god livsmiljö och genom att göra miljöanpassade upphandlingar kan kommunerna bidra i miljöarbetet (Boverket, *Kommunens ansvar*)

Som en stor arbetsgivare och ansvarig för förskolor och skolor har kommunerna möjligheter att informera och utbilda i miljöfrågor. Då kommunerna genomför kontroller som exempelvis ventilationskontroll samt berör och arbetar med frågor om buller, radon och avfall har de stor möjlighet att styra och påverka miljöarbetet. De är även tillsynsmyndighet för energideklaration av byggnader. (Boverket, *Kommunens ansvar*).

2.5 Näringslivet

Näringslivet har en viktig roll på många nivåer. De verkställer byggandet av bostäder, skollokaler, arbets- och mötesplatser, broar och vägar, ledningar med mera som behövs för samhällets olika verksamheter. Därmed har sektorn stort ansvar vad gäller material- och energiomsättningen och en betydande roll när det kommer till miljöbelastning (Kretsloppsrådet, 2010).

När det kommer till byggföretag, fastighetsägare eller fastighetsförvaltare har dessa stor betydelse för inomhusmiljö och energieffektivisering i byggnader och lokaler. Genom att sortera avfall och värna om byggnaders kulturhistoriska värde har de möjlighet att påverka och ta sitt ansvar. Det finns många faktorer som går att förändra inom näringslivet genom att agera energismart och med miljön i åtanke. Ett exempel är det så kallade producentansvaret som bygger på att näringslivet återvinner sitt avfall så som exempelvis däck och förpackningar. (Boverket. *Näringslivet*)

2.6 Individen

De pådrivande faktorerna när det kommer till individen är mycket beroende av samhällets påtryckningar och regler. Det engagemang som varje individ lägger ner i energieffektiviseringsfrågan kan påverka ny- och ombyggnation av byggnader. I artikeln ”Elförbrukning ett individuellt ansvar” (Anderstam, 2008) framhävs vikten av individuell el- och vattenmätning för att engagera de boende. Det ger möjlighet att ekonomiskt kunna påverka sin situation och genom bra information och rätt attityd i samhället kan individen påverka mycket. En annan väg i energieffektivisering är ökad kunskapsspridning för tilläggsisolering och vikten av täta byggnader. I ROT-avdraget finns, för sådana åtgärder, ekonomiska stöd för individen att söka. Individen kan enligt Energimyndigheten även söka bidrag för installation av solceller och/eller solvärme. Även lokala och kommunala bidrag kan finnas att söka (Energimyndigheten, 2011)

2.7 Energicertifieringar

Ett energicertifikat visar att en byggnad uppfyller en viss nivå eller standard med avseende på energianvändning. Certifikatet visar byggnadens systemgränser och energiprestanda med köpt energi eller beräknad energianvändningen eller båda. Vid nyproduktion, överlåtelse och uthyrning kan certifikatet användas för att göra en jämförelse av energiprestanda med andra byggnader. Energicertifieringar tjänar till att motivera och stimulera frivilla åtgärder för en hållbar bebyggelse och energianvändning. Detta genom att minska energibehovet och effektivisera energianvändningen (CEE, 2003).

2.7.1 GreenBuilding

2004 lanserade EU GreenBuilding-certifikatet i samband med att energideklarationerna infördes. Syftet var att snabba på energieffektiviseringen i bygg och fastighetssektorn och i Sverige har certifikatet blivit ett starkt varumärke för företag och organisationer. Såväl byggnader som företag, som exempelvis fastighetsägare, entreprenörer och fastighetsutvecklare, kan GreenBuilding-certifieras (SGBC, 2010a).

För att ett företag eller en byggnad skall kunna GreenBuilding-certifieras sig måste de minska sin energianvändning med 25 % än tidigare prestanda eller jämfört med nybyggnadskraven i BBR. Sweden Green Building Council intygar att energisparåtgärderna och uppmätta värden uppfyller kraven för certifikatet och som bevis får de ett intyg och en logga att sätta upp som visar att de uppfyller kraven för GreenBuilding (SGBC, 2010b). Förutom att energianvändningen måste reduceras krävs att det finns ett energiledningssystem. Fastighetsägaren eller motsvarande är därefter skyldiga att rapportera årligen om energianvändningen till Sweden Green Building Council.

De krav som finns på en nyproducerad byggnad för att kunna ansöka om GreenBuilding-certifikatet är enligt Sweden Green Building Council Council att:

- det är en lokalbyggnad
- energianvändningen kan minskas med 25 % jämfört med energikraven i BBR
- beskrivning och redovisning av energiberäkning som visar att energikraven uppfylls
- företagsledningen har ett energiledningssystem knutet till den aktuella byggnaden
- det finns en plan för årlig åiterrapportering av energianvändningen
- skriftligt åtagande från sökande företags ledning
- att det finns en kontaktperson för GreenBuilding hos sökande företag

(SGBC, 2010c)

För en befintlig byggnad gäller enligt Sweden Green Building Council att:

- det är en lokalbyggnad
- energianvändningen enligt energideklarationens definition sänks med 25 % baserat på uppmätta eller beräknade värden
- energianvändningen reduceras med 25 % jämfört med energikravet i BBR
- referensåret får vara högst fem år gammalt jämfört med det år ansökan inkommer
- de planerade energiåtgärder ska vara genomförda inom ett år från ansökningsdagen
- företagsledningen har ett energiledningssystem knutet till aktuell byggnaden
- en plan för årlig åiterrapportering av uppmätt energianvändning
- skriftligt åtagande från sökande företags ledning
- att det finns en kontaktperson för GreenBuilding hos sökande företag

(SGBC, 2010c)

I december 2010 hade 190 lokalbyggnader GreenBuilding-certifieras. Några av anledningarna till varför certifieringen blivit så populär menar Sweden Green Building Council beror på att det blir lägre driftkostnad, intyget visar att man jobbar med energifrågor och vill minska miljöbelastningen, det är en kvalitetssäkring som utlovar energibesparingar och allt fler hyresgäster och köpare efterfrågar certifikatet (SGBC, 2010b).

2.7.2 Miljöbyggnad

Miljöbyggnad är ett klassningssystem som grundlades under Bygga-Bo-dialogen, men när det projektet blev nedlagt 2009/2010 övertog organisationen Swedish Green Building Council ansvaret för systemet med början 2011. Miljöbyggnad, tidigare kallad Miljöklassad byggnad, är byggt efter Svenska förhållanden och går att använda på både nya och befintliga byggnader oavsett storlek. Det som mäts är indelat i fyra kategorier: Energi, Innemiljö, Kemiska ämnen samt Särskilda miljökrav. Relevant för klimatskalet är framförallt energikategorin som innefattar köpt energi, effektbehov och energislag (SGBC, 2010d).

2.7.3 LEED

LEED är förkortning för Leadership in Energy & Environmental Design och utvecklades för att främja miljömedvetandet bland myndigheter och näringsliv. Än så länge finns inte LEED-certifiering anpassad efter svenska förhållanden, men Sweden Green Building Council har påbörjat en omarbetning. Både en byggnad och ett byggnadsprojekt kan LEED-certifieras såvida de använder miljövänliga byggvaror i samband med konstruktion och ombyggnad. Certifieringsnivåerna är Certified, Silver, Guld och Platinum och för att uppnå dessa nivåer måste ett antal kriterier vara uppfyllda. Områdena som bedöms är: Närmiljö, vattenanvändning, energianvändning, material samt inomhusklimat.

Byggnaden poängsätts efter hur stor miljöpåverkan är från respektive område. Maximalt antal poäng inom respektive område är 100 + eventuella bonuspoäng för innovation och regional hänsyn. Respektive kategori har även en lägsta nivå som måste vara uppfylld för att kunna certifieras. För den lägsta nivån, certified, krävs minst 40 poäng och för Platinum krävs 80 poäng. Hur poängen fördelas inom respektive kategori återspeglar dess miljöpåverkan (SGBC, 2010e).

2.7.4 BREEAM

BREEAM kommer från Storbritannien och är ett av de äldsta miljöklassningssystem som bedömer hur stor miljöpåverkan det blir av byggnaden ifråga. Systemet har funnits i omarbetade versioner sedan 1990 och 2011 tog Sweden Green Building över certifieringen av BREEAM och anpassade den till svenska förhållanden. Certifieringen riktar sig till alla typer av hus, såväl befintliga byggnader som vid projekteringen. De områden som behandlas är projektledning, byggnadens energianvändning, inomhusklimat så som vattenhushållning, avfallshantering, ventilation och belysning samt markanvändning och påverkan på närmiljö (SGBC, 2010f).

Byggnaden poängsätts och prestandanivån klassificeras på en sexgradig skala från "Ej godkänt" till "Ojämförbart". Bedömningen görs med hjälp av nio kriterier som granskar miljöprestanda i byggnaden. Dessa nio kriterier är energi, vatten, transporter, material, avfall, ledning/styrning, hälsa och välbefinnande, föroreningar samt markanvändning och ekologi (Bureau, 2007). Byggnaden poängsätts beroende på hur

den är placerad i förhållande till allmänna kommunikationsmedel, vilka byggmaterial som används och vilka föroreningar huset kan ge upphov till. Beroende på hur innovativ byggnaden är i tekniska lösningar kan extra poäng ges. Poängen för respektive område viktas efter relevans till byggnadens verksamhet och adderas sedan ihop till en totalpoäng som representerar betyget. Det kriteriet som väger tyngst vid betygsättning är posten Energi. För att kunna certifieras enligt BREEAM måste denna poängsumma vara 30 % av maximala poängsumman. (SGBC, 2010f).

2.7.5 Svanenmärkt

1989 infördes Svanenmärkning av Nordiska Ministerrådet där syftet var att ge de nordiska konsumenterna ett redskap för att kunna välja produkter som uppfyller stränga miljökrav (Svanen, *Miljömärkningar*).

Svanenmärkningen fungerar på så vis att en livscykelanalys genomförs för att undersöka produktens miljöbelastning från råvara till avfall. Det som analyseras är produktens innehåll, hur den har framställts och hur produkten tas omhand när den är förbrukad. Om resultatet visar att en svanenmärkning kan leda till att produkten minskar sin miljöpåverkan tas miljökrav fram som kontinuerligt skärps. Ett kontrollbesök genomförs för att kontrollera att produktionen av varan uppfyller kraven för svanenmärkning. För att behålla sin svanenmärkning måste företaget ansöka om ny licens för att bevisa att de ställda miljökraven är uppfyllda. Vad som utmärker svanencertifieringen mot andra certifieringar är att det inte finns olika certifieringsnivåer. Antingen är produkten godkänd eller inte (Svanen, *Varför?*).

För kategorin Bygg och energi omfattas byggmaterial, hus, kök och badrum, målarfärg och uppvärmning. För dessa områden finns totalt 13 kriterium som måste var uppfyllda. Svanenmärkning finns för byggnader så som småhus, flerbostadshus och förskolebyggnader. Det ställs krav på byggprocessen, material, energibehovet samt inomhusmiljön. För ett svanenmärkt småhus gäller att inomhusmiljön är god med bra isolering och effektivt ventilationssystem samt att driftkostnaden är låg. Det ger huset en låg energianvändning och en minskad växthuseffekt. Certifieringen berör byggprocessen på så vis att det ställs krav på att fukt inte får byggas in och att byggprodukterna innehåller minnalt av miljöfarliga och hälsoskadeliga ämnen. Det byggavfall som blir skall återvinnas på ett korrekt sätt och det ska finnas en drift- och underhållsplan för byggnaden (Svanen, *Kriterier*).

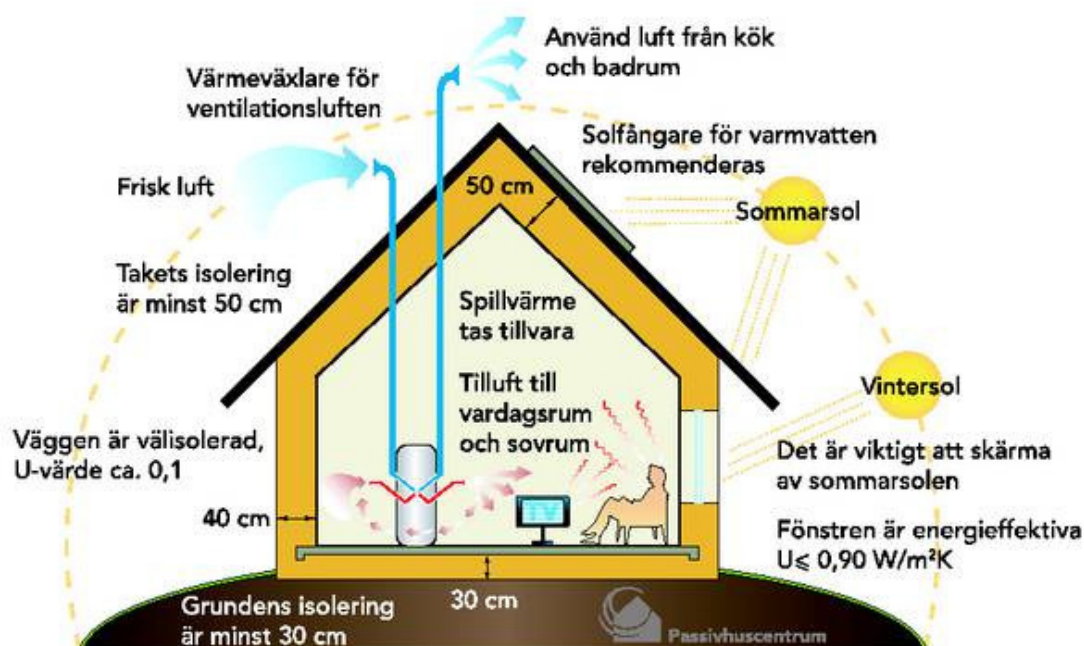
2.8 Lågenergihuskoncept

Lågenergihus är ett begrepp som innebär att aktuella byggnader använder mindre energi än vad byggnormen kräver. Begreppet har funnits länge och är ett övergripande namn för många olika typer av hus med låg energianvändning. Konceptet har blivit populärt och använd idag som marknadsföring varför det också är en pådrivande faktor mot minskad energianvändning i byggnaderna.

De lågenergihus som presenteras i denna rapport är Passivhus, Nära nollenergihus och Plusenergihus. I en annan rapport, "Lågenergihus – en studie av olika koncept/begrepp" (Blomsterberg, 2009), finns begreppen presenterade, men genom kommande ändringar från EU direktiven kommer några av begreppen omvärderas av Boverket (Energimyndigheten, 2010a).

2.8.1 Passivhus

Konceptet Passivhus innebär att värmeförlusterna är minimerade tack vare extra isolering i väggarna, energieffektiva fönster och täthet i konstruktionen. Inomhusluften värms upp av människor, hushållsapparater och värmeåtervinning ur frånluften. De dagar på året då det finns ett värmebehov värms inomhusluften med ett eldrivet värmebatteri eller fjärrvärme. Dessutom behövs köpt energi till hushållsel, tappvarmvatten och fastighetsel. På grund av den låga energiåtgången i ett Passivhus är det ett alternativ för att minska de negativa globala klimatförändringarna och i flera länder är denna typ av hus redan byggnorm för nybyggnation. Figur 2.2 visar principerna för ett Passivhus (Passivhuscentrum, 2011).



Figur 2.2 Beskriver hur ett Passivhus fungerar för att säkerställa ett gott inomhusklimat (Passivhuscentrum, 2011)

Inomhusklimat

Inomhusklimatet är normalt bättre än i normalbyggda hus. Detta beror bland annat på den mekaniska ventilationen som effektivt renar den inkommande luften från pollen och damm. En viktig faktor för att säkerställa ett bra inomhusklimat är att emissioner från byggmaterial undviks (Passivhuscentrum, 2011).

Krav för passivhus-certifiering

För att kunna certifiera sitt hus till passivhus måste ett antal grundläggande krav vara uppfyllda. Dessa krav är, i samarbete med branschen, framtagna av Forum för Energieffektiva Byggnader (FEBY). Utifrån att värmen sprids via hygienluftflödet syftar kraven till att tillräcklig termisk komfort kan erhållas vid minimerat behov av tillförd effekt och energi. Enligt FEBY:s definition av Passivhus måste byggnaden minst uppfylla kraven från BBR, men dessutom uppnå följande krav och råd:

Värme:

Effektkrav vid dimensionerande utetemperatur för bostäder och lokaler, med undantag för en och tvåfamiljshus <200 m²/bostad:

- zon I $P_{\max} = 12 \text{ W/m}^2 A_{\text{temp} + \text{garage}}$
- zon II $P_{\max} = 11 \text{ W/m}^2 A_{\text{temp} + \text{garage}}$
- zon III $P_{\max} = 10 \text{ W/m}^2 A_{\text{temp} + \text{garage}}$

Detta effektkrav gäller utgående effekt för värmesystemet och inte den eleffekt som till exempel går åt för att driva en värmepump. Energiverkningsgraden för byggnadens värmeåtervinning rekommenderas vara 70 % vid DUT. Högre värden kan behövas i zon I och zon II. (FEBY, 2009).

Köpt energi:

För den energi som behövs för hushållsel, tappvarmvatten och fastighetsel gäller råden att summan köpt/levererad energi, $E_{\text{köpt}} \leq 60 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp} + \text{garage}}$, i zon III, om byggnaden har fler än en energikälla. De olika energikällorna viktas samman, E_{viktad} , med hjälp av energifaktorer där elenergi ger hårdare energikrav än förnyelsebara energikällor.

- zon I $E_{\text{viktad}} = 68 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp} + \text{garage}}$
- zon II $E_{\text{viktad}} = 64 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp} + \text{garage}}$
- zon III $E_{\text{viktad}} = 60 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp} + \text{garage}}$

Dessa viktade värden är dock bara råd och kravet som finns är att den köpta energin alltid måste uppfylla Boverkets byggregler, BBR 16.

(FEBY, 2009)

Fastighetsel

För småhus gäller att fastighetselen bör vara mindre än $5 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp} + \text{garage}}$ och för flerbostadshus och utbildningslokaler gäller att fastighetselen bör vara mindre än $10 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp} + \text{garage}}$. SFP-värdet anger hur mycket specifik fläktel som kommer förbrukas och bör högst vara $1,5 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp} + \text{garage}}$ för fläktsystemet (FEBY, 2009).

Luftläckage

Enligt FEBY framtagna krav för ett Passivhus får luftläckaget max vara 0,30 l/s och m². Detta vid en tryckdifferens på 50 Pa. Kravet kontrolleras då byggnaden står klar genom en tryckmätning av husets täthet (FEBY, 2009).

2.8.2 Nära nollenergihus

Enligt EU:s antagna direktiv, EPBD2, för byggnaders energiprestanda ska alla nya offentliga byggnader (från 2018-12-31) och alla övriga nya byggnader (från 2020-12-31) vara nära nollenergihus (Boverket, 2011c). EU:s direktiv anger inte exakta kravnivåer utan lämnar detta till den nationella strategin som varje land ska utarbeta. Dock har de en skriven definition som lyder:

”Nära nollenergibyggnad: en byggnad som har mycket hög energiprestanda. Nära nollmängden eller den mycket låga mängden energi som krävs bör i mycket hög grad tillföras i form av energi från förnybara energikällor, inklusive el och värme från förnybara energikällor som produceras på plats, eller i närheten.” (Energimyndigheten, 2010a).

En prioriterad ordning för energikraven på ett nära nollenergihus har även utarbetats i EPBD2 och presenteras i följande ordning:

1. Mycket effektivt klimatskal
2. Mycket energieffektiva installationer
3. En stor andel av den energi som behövs ska vara förnybar

(Energimyndigheten, 2010a)

En från regeringen gällande definition av nära nollenergihus (NNE-byggnader) finns ej idag. Detta innebär att en definition snarast bör arbetas fram, senast år 2015 då Sverige ska ge en rapport om direktivets införande, inklusive definitioner och strategier, till EU-kommissionen (Boverket, 2011d). Arbetet med att ta fram regelkrav kommer Boverket att utföra. Fram tills att regeringen har antagit en officiell definition har Energimyndigheten haft i uppdrag att, i samråd med Boverket, utforma strategi och målnivåer för nära nollenergibyggnader. Detta uppdrag presenteras i rapporten "Uppdrag 13: Nationell strategi för lågenergibyggnader" (Energimyndigheten, 2010a) och förslagen följer här i tabell 2.2. Dessa målnivåer är tänkta att gälla för nybyggnation.

Tabell 2.2 Målnivåer för NNE-byggnader vid nybyggnation. Nivåerna avser högsta tillåtna energianvändningen. Geografisk zonindelning sker enligt Boverkets byggregler.

	Icke elvärmda [kWh/m ² , år]			Elvärmda [kWh/m ² , år]		
	I	II	III	I	II	III
Byggnadskategori/geografisk Zon						
Bostäder	75	65	55	50	40	30
Lokaler, grundvärde	70	60	50	50	40	30
Lokaler, högsta tillägg för hygienluftflöde	35	30	25	25	20	15

Motsvarande målnivåer för renovering av byggnader presenteras i tabell 2.3 (Energimyndigheten, 2010a).

Tabell 2.3 Målnivåer för NNE-byggnader vid större renoveringar av byggnader. Nivåerna avser högsta tillåtna energianvändningen. Geografisk zonindelning sker enligt Boverkets byggregler.

	Icke elvärmda [kWh/m ² , år]			Elvärmda [kWh/m ² , år]		
	I	II	III	I	II	III
Byggnadskategori/ Geografisk zon						
Bostäder	105	90	75	70	55	40
Lokaler, grundvärde	100	85	70	70	55	40

Lokaler, högsta tillägg för hygienluftflöde	50	40	30	30	25	20
---	----	----	----	----	----	----

2.8.3 Plusenergihus

Detta koncept bygger på de principer som presenterats i kapitel 2.8.1 och 2.8.2 att huset ska vara mycket energisnålt. Vad som skiljer Plusenergihus mot tidigare nämnda lågenergihus är att det producerar sin egna energi, periodvis till den grad att energin går att leverera ut till elnätet. Huset ska totalt sett under ett år leverera mer el till nätet än vad det själv köper in till sin förbrukning. Några typiska sätt att uppnå plusenergihus är genom ett tätt och välisolerat hus, likt passivhus, och med kompletterande lokal produktion från till exempel solceller, solfångare, vind- och vattenkraft eller biobränsle. (Blomsterberg, 2009)

2.9 Regler och riktlinjer för produktionen

Byggprocessen är den del av en byggnads livslängd som innefattar projektering och själva uppförandet av byggnaden. Den regelstyrning som finns i dagens byggprocess omfattas av Arbetsmiljölagen, Plan- och Bygglagen (PBL) samt Lagen om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk (BVL) (Sveriges Byggindustrier, 2007).

Vid själva uppförandet av byggnaden är det flera delmoment som berörs. Exempel på några av dessa moment är utvinning och framställning av material, transporter till och från arbetsplatsen och avfallshantering. För vissa av dessa processer finns direktiv och riktlinjer för arbetet mot en hållbar utveckling, men i flera fall är arbetet frivilligt i form av exempelvis certifieringar. Svanencertifieringen är en av de certifieringar som behandlar delar av byggprocessen. Vad som krävs och innefattas kan läsas i kapitel 2.7.5.

För avfall finns det en avfallsplan från 2005 med mål att mängderna avfall inte får öka. Fokus ligger i att minska deponering, avfallens mängd och farlighet samt öka återvinningen. Desto mer avfall som återanvänds och återvinns desto mindre material och energi förbrukas. I maj 2011 kommer en ny avfallsplan börja gälla. (Naturvårdsverket, 2011)

Miljö kvalitetsmål, God bebyggd miljö, berör byggprocessen när det kommer till att minska klimatpåverkan och resurs- och energianvändningen. Detta genom att integrera uppbyggnaden för energisystem, avfallshantering, transporter med mera i stadsplaneringen. Mer om arbetet med God bebyggd miljö kan läsas i kapitel 2.2.2.

När det kommer till byggprocessens regler och riktlinjer för dess energianvändning, vid samtliga delmoment som utgör en byggnads produktion, påverkas den genom andra regler och riktlinjer för respektive process som exempelvis producentansvaret. Det finns möjligheter att se till byggprocessens helhet genom livscykelanalyser och certifieringar, men begreppet energianvändning berörs indirekt genom minskat avfall, återvinning, minskad materialanvändning med mera.

3 Beräkningar

I kapitel 3 Beräkningar studeras tre fiktiva flerbostadshus med olika energikrav. Dessa tre objekt är identiska i uppbyggnad av stomme, geografisk lokalisering, antal kvadratmeter samt fönster- och dörrsättning. Varje huskropp har dock olika ventilationssystem, isoleringstjocklek och U-värde på fönster. Beräkningarna för att fastställa byggnadernas specifika energianvändning har utförts i energiberäkningsprogrammet VIP Energy, men det är de utförda handberäkningarna som ligger till grund för jämförelser av energibesparingar i kapitel 4 Resultat.

3.1 VIP Energy

För att utföra beräkningar av energiåtgången i en uppförd byggnad kan beräkningsprogram användas. För denna studie har följande programvara används:

Program: VIP-Energy
Tillverkare: Structural Design Software 2010
Version: 1.5.0

Programmet beräknar samtliga energiflöden utifrån faktorer som är kända eller mätbara och användaren har möjlighet att fritt välja medverkande faktorer för att få en önskad presentation av resultatet. Resultaten från VIP Energy som används i denna rapport är byggnadsdelarnas U-värden samt husens specifika energianvändning. U-värdena har används för handberäkningar av energiförluster genom klimatskalet och den specifika energianvändningen jämförs mot rapportens ställda energikrav som redovisas i kapitel 3.2. Beräkningarna är kopplade till en given tidsperiod vilket ofta uppgår till ett år, men även kortare perioder går att utföra beräkningar på. Justerbara faktorer som påverkar beräkningsresultatet, utöver själva byggnadens uppbyggnad och dess användare, är lufttemperatur, sol, vind, luftfuktighet och kringliggande bebyggelse, även kallat geografisk placering. Ytterligare styr även inlagda krav på rumstemperatur och omfattningen av luftväxlingen resultatet på beräkningarna.

VIP Energy utför balanserade energiberäkningar vilket innebär att all förbrukad energi ersätts med exakt lika mycket tillförd energi från angiven uppvärmningsmetod. Detta innebär att en byggnad med egen energiproduktion, så kallat plusenergihus, inte är möjliga att beräkna. Därav är inget av de i följande kapitel framtagna husen uppförda på detta vis även om det skulle kunna anses som en möjlig framtidsvision.

3.2 Definition av de tre fiktiva byggnaderna

För att kunna studera hur byggnaders energianvändning förändrats på grund av olika ställda krav tillbaka i tiden har tre fiktiva hus skapats. De tre fiktiva husen karakteriseras som Gårdagens, Dagens och Framtidens hus. Nedan följer rapportens definitioner av husen och deras ställda energikrav.

Gårdagens hus – karakteriseras av en specifik energianvändning på $>110 \text{ kWh/m}^2$ och år. År 2006 gavs en ny version av BBR ut. Den innehöll en viktig förändring nämligen nya krav på högst tillåten specifik energianvändning 110 kWh/m^2 och år i nybyggda hus. Innan 2006 fanns inga liknande krav och det är denna energiprestanda Gårdagens hus representerar (Boverket, 2009).

Dagens hus – karakteriseras av en specifik energianvändning på <110 kWh/m² och år. Detta värde är vad BBR kräver att nybyggda hus ska uppfylla idag och vad Dagens hus i rapporten representerar.

Framtidens hus – karakteriseras av en specifik energianvändning på <55 kWh/m² och år. Som förslag finns att år 2021 skall nybyggda hus uppfylla kraven för NNE-byggnader. Idag finns inga definierade krav för ett NNE-hus, men Boverket har utformat strategier och målnivåer som här representerar Framtidens hus med avseende på specifik energianvändning.

3.2.1 Gemensamma uppgifter

För att energiberäkningarna på husen ska bli rättvisa är vissa av husens förutsättningar lika som exempelvis internvärme, geografiskt läge, klimat och byggnadernas storlek. Det som dock skiljer dem åt är de tekniska lösningarna vad gäller isoleringstjocklek, ventilationssystem och fönster. Dessa förklaras noggrannare i kapitel 3.2.2. I detta kapitel redovisas de uppgifter som husen har gemensamt för handberäkningar och energiberäkningar i VIP Energy.

Allmänna värden - Beräkningarna simulerar energianvändningen i byggnaderna under 365 dagar och verksamhetstypen är bostad med fyra lägenheter per plan. Totalt är byggnaden fyra våningar hög med en total golvarea på 1121 m². Detta gör att sammanlagda antal lägenheter blir 16 stycken med 70 m²/lgh. Det finns ingen vridning av byggnaderna, inget trapphus är medräknat och horisontalvinkeln mot markplan är 15° vilket motsvarar tätbebyggt område.

Internvärme - Ur boken *Tillämpad byggnadsfysik* (Petersson, 2007) fås att en enplansvilla för två personer på 120 m² har en internvärmeförsel på 5550 kWh/år. Då husen i denna rapport har 4 lägenheter om 70 m² per våning i fyra våningar, beräknas den interna värmeförseln enligt ekvation 3.1. Detta kommer vidare att användas vid jämförelsen i kapitel 4 Resultat.

$$Q_{intern} = 5550 * 8 = 44\,400 \text{ kWh/år} \quad (3.1)$$

Geografiskt läge - Det geografiska läget valdes till Göteborgs innerstad vilket innebär att markegenskaperna är lera, dränerad sand eller dränerad grus med ett värmeledningstal på 1,4W/m²K. Solreflektionen från marken är 30 % för samtliga tre byggnader (Sylvan, M).

Klimat – Lufttrycket är 1000 hPa och i tabellen nedan visas klimatdata som gäller för Göteborg och som används som yttre faktorer i VIP Energys beräkningar. Genom att reducera vindhastigheten med 45 % representerar detta förhållandena för innerstadsbebyggelse.

Den geografiska informationen går även att anpassa på lokal nivå genom olika ändringar. Ett sätt är att reducera vindhastigheten i % av klimatfilen (ursprunglig klimatfil=fullständig geografisk statistik). Detta medför att man kan ange omgivande miljö genom följande procentsatser:

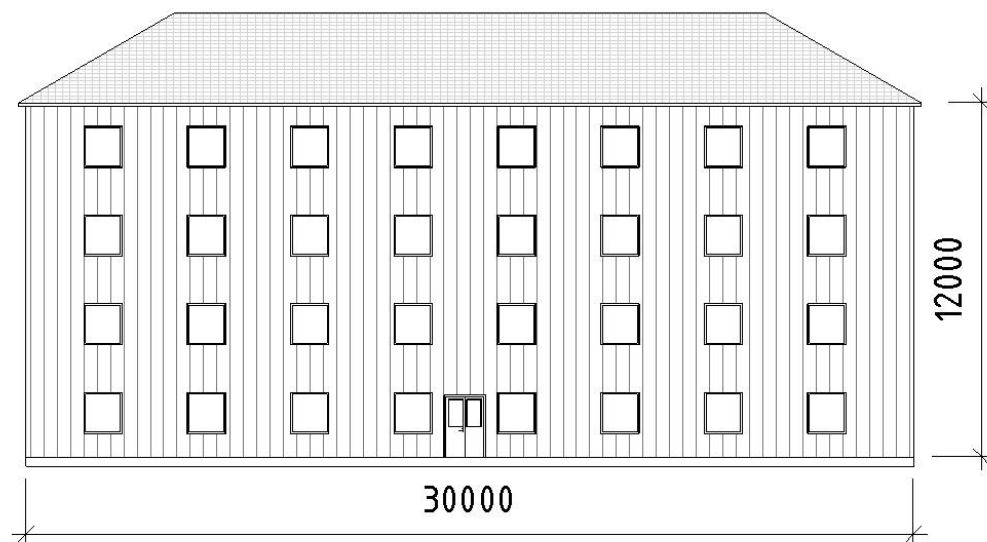
Fritt exponerad bebyggelse	95% av klimatfilen
Något skyddad bebyggelse	70%
Innerstadsbebyggelse	45%

I denna studie har 45 % angetts i beräkningarna av byggnadernas specifika energianvändning. Tabell 3.1 visar klimatdata karakteristisk för Göteborg och som används vid beräkningar i VIP Energy.

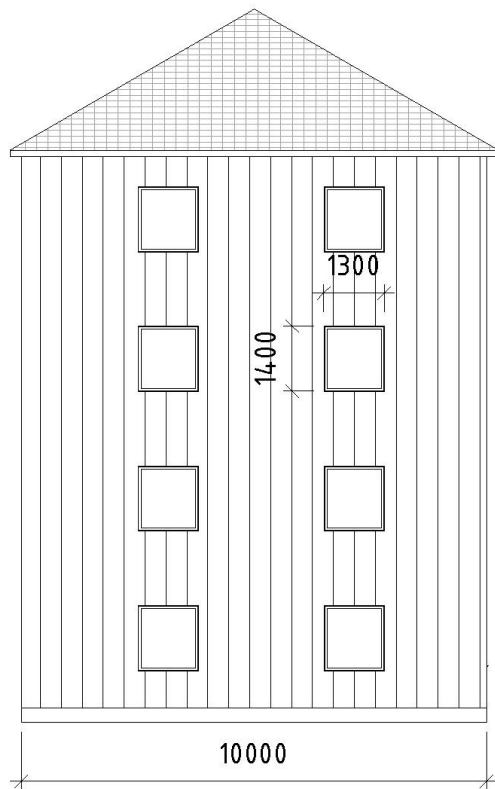
Tabell 3.1 Klimatdata karakteristisk för Göteborg

GÖTEBORG	Högsta värde	Medelvärde	Lägsta värde
Utetemperatur, C°	26,0	7,1	-17,0
Vindhastighet, m/s	16,0	4,5	0,0
Solstrålning global, W/m ²	874,0	106,6	0,0
Relativ fuktighet, %	100,0	86,0	41,0

För att kunna genomföra beräkningarna behövdes areorna av husens väggar, fönster och golv. I figurerna 3.1 och 3.2 visas husens form och storlek med måttsättning.



Figur 3.1 Måttsättning av fasad mot söder



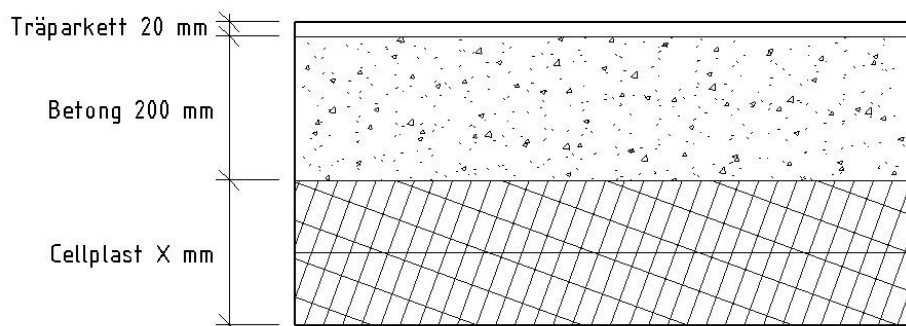
Figur 3.2 Måtsättning av fasad mot väster

3.2.2 Huskaraktéristiska uppgifter

Vid de utförda energiberäkningarna har de tre fiktiva husen varierat i isoleringstjocklek, fönsterantal och ventilationssystemutformning. De tre husen har anpassats till tre olika energikravnivåer, vilka förklaras närmare i kapitel 3.2. I detta kapitel presenteras varje variabel huskomponent för sig med förklarande bild och tillhörande tabell för en överskådlig och tydlig uppbyggnad av de olika huskropparna. I varje tabell finns huskomponenten angiven i vänsterkolumnen och varje fiktivt hus finns representerad i stegrande skala (energikravmässigt) åt höger.

Husgrund (Platta på mark)

Figur 3.3 visar den schematiska uppbyggnaden av husens grund i form av en platta på mark med variabel cellplasttjocklek.



Figur 3.3 Visar grundens olika materialtjocklekar.

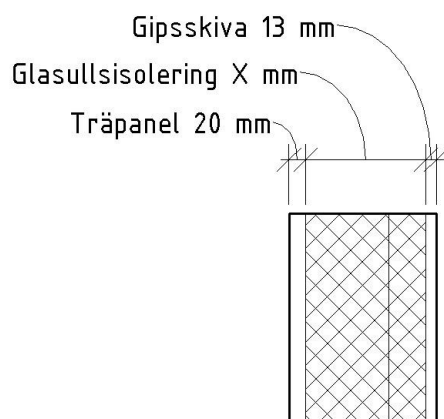
För betongen och träparketten gäller samma tjocklek vid alla huskroppar. För aktuell cellplasttjocklek se tabell 3.2.

Tabell 3.2 Redovisar cellplastens tjocklek för Gårdagens, Dagens och Framtidens hus.

	Gårdagens hus	Dagens hus	Framtidens hus
Cellplastisolering X, mm	0	200	400

Träregelevägg

Väggarna består av träregelestomme med glasullsisolering, enligt figur 3.4.



Figur 3.4 Visar hur ytterväggarna är uppbyggda för de tre fiktiva husen.

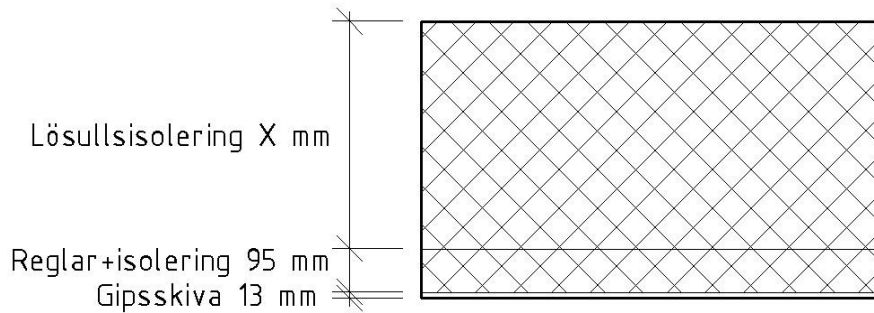
Den variabel som här har tagits i beaktande och påverkar beräkningarna är endast isoleringens tjocklek som redovisas i tabell 3.3.

Tabell 3.3 Visar tjockleken av glasullsisolering för respektive hus.

	Gårdagens hus	Dagens hus	Framtidens hus
Glasullsisolering X, mm	100	195	540

Tak

Taket på byggnaderna är uppbyggt genom samma dimensioner på träreglarna, inklusive isoleringen mellan på 95 mm. Även gipsskivan är identisk för varje hus. Skillnaden i uppbyggnaden som visas i figur 3.5 är den lössprutade isoleringen.



Figur 3.5 Redovisar takkonstruktionen för de tre byggnaderna.

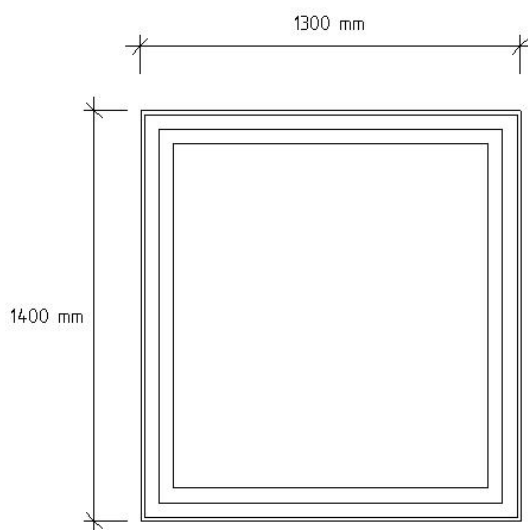
Den variabla lösullsisoleringen presenteras i tabell 3.4.

Tabell 3.4 Visar isoleringstjockleken för respektive hus.

	Gårdagens hus	Dagens hus	Framtidens hus
Lösullsisolering X, mm	95	395	565

Fönster

De fönster som placerats i de fiktiva husen har måtten 1400x1300 mm i enighet med figur 3.6 och har samma typ av glas.



Figur 3.6 Visar dimensionerna för de fönster som använts i energi- och materialberäkningarna för husen.

Den variabel som påverkar beräkningarna här är antalet glasrutor som är monterade i karmen, dessa huskaraktistiska antal i varje fönster finns presenterat i tabell 3.5.

Tabell 3.5 Visar hur många fönsterglas som sitter i fönstren för respektive byggnad.

	Gårdagens hus	Dagens hus	Framtidens hus
Fönsterglas (st/fönster)	2	3	4

Ventilation

De olika ventilationssystem som har använts är självdrag, frånluftssystem (F-system) samt från- och tilluftssystem med värmeåtervinning (FTX-system). De har rangordnats som att självdrag har dålig inverkan på energianvändningen, liksom frånluftssystemet medan FTX är det energisnålare alternativet. Därav har de fiktiva husen fått angivet ventilationssystem enligt tabell 3.6.

Tabell 3.6 Åskådliggör vilket ventilationssystem husen har.

	Gårdagens hus	Dagens hus	Framtidens hus
Ventilationssystem	Självdrag	Frånluftssystem Verkningsgrad: Frånluft=60%	Från- och tilluftssystem med värmeåtervinning Verkningsgrad: Frånluft=60% Tilluft=60% Återvinning=80%

Självdrag innebär att rummen ventileras, utan mekanisk påverkan, genom murstock/frånluftskanal samt otätheter i klimatskalet det vill säga anslutningar mellan byggnadsdelar som till exempel fönsterkarm och väggyta. Detta innebär att mängden uppvärmd luft som ventileras ut och ersätts av kall utomhusluft inte är godtyckligt kontrollerbar. Dock innebär det lättare installation, ingen elförbrukning till fläktar och mindre materialåtgång.

Frånluftssystem gör att frånluften är reglerbar och det är lättare att uppnå en önskad luftomsättning. Tilluften förs in via otätheter i klimatskalet. Med hjälp av frånluftsfälkten skapas ett undertryck i byggnaden som motverkar fukt- och mögelproblem. Dock leder detta till att stora mängder uppvärmd luft leds ut och att elanvändningen höjs på grund av fläktarna.

Från- och tilluftssystem med värmeåtervinning är det idag effektivaste systemet att, tillsammans med ett tätt hus, använda ur energisynpunkt (Energimyndigheten, 2011c). Det fungerar så att både från och tilluften styrs med hjälp av fläktar och ventilationskanaler. Dessutom har man en värmeväxlare som återvinner värmen i utgående luft till den ingående tilluften. Nackdelen kan dock ligga i en ökad materialmängd och elenergin som tillförs fläktarna.

Totalt U-värde

De värden som anges i detta kapitel har utgjort husens karakteristiska egenskaper för beräkningarna i VIP Energy. Av den utdata som ges från VIP Energy presenteras husens totala U-värden i tabell 3.7. Se fullständigt resultat i bilaga 2.

Tabell 3.7 Husens U-värden

	Gårdagens hus	Dagens hus	Framtidens hus
U-värde, W/m ² K	0,583	0,252	0,132

3.3 Energianvändning för byggnaderna

Beräkningarna från VIP Energy resulterade i värden, som finns i bilaga 2, vilka sedan används i kapitel 4 Resultat för en jämförelse med materialtillverkningen. I tabell 3.8 nedan visas resultaten av energiberäkningarna från VIP Energy. Dessa värden visar på att husen uppfyller rapportens ställda krav på Gårdagens, Dagens och Framtidens hus, men kommer inte användas i jämförelsen i kapitel 4 Resultat. Detta på grund av att den specifika energianvändningen innehåller faktorer så som spillvatten vilket inte påverkas av klimatskalets uppbyggnad.

Tabell 3.8 Här visas huruvida husen uppfyller de krav som rapporten ställer.

	Gårdagens hus	Dagens hus	Framtidens hus
BBR-krav, kWh/m ² och år	>110	<110	<55
Energianvändning, kWh/m ² och år	125	93	52

3.3.1 Summa energiförluster genom klimatskalet

För en relevant jämförelse i kapitel 4 Resultat beräknas nya energianvändningar för respektive hus baserad på värmeförlusterna genom klimatskalet. Detta beror på att den specifika energianvändningen innehållande bland annat tappvarmvatten inte skulle vara rättvis mot de ökade mängder energi som tillförs vid materialtillverkningen för ett bättre klimatskal. Jämförelsen ska endast baseras på den energi som flödar genom klimatskalet det vill säga avgiven energi i form av transmission, luftläckage och ventilationsförluster. Dessa reducerade energivärden anges i tabell 3.9 och används senare i jämförelsen i kapitel 4 Resultat. Hur beräkningarna genomförts visas i bilaga 1.

Tabell 3.9 Summa energiförluster genom klimatskalet.

	Gårdagens hus	Dagens hus	Framtidens hus
Transmissionsförluster, kWh/år	73 087,5	31 488,7	16 444,9
Luftläckage, kWh/år	7 887,0	5 715,8	986,0
Ventilation, kWh/år	40 755,0	35 660,7	17 830,3
Summa energi, kWh/år	121 729,5	73 065,2	35 261,2

3.3.2 Energibesparing för byggnaderna

Gårdagens hus används som en referensbyggnad, $Q_{\text{gårdagens}}=121\,729,5$ kWh/år, för att i detta kapitel kunna åskådliggöra minskningen av åtgången energi per år ($\Delta Q_{\text{förluster}}$). Formel 3.2 åskådliggör hur $\Delta Q_{\text{förluster}}$ för byggnadens energiförluster genom klimatskalet beräknas där Q_x representerar den byggnad som studeras.

$$\Delta Q_{\text{förluster}} = Q_{\text{gårdagens}} - Q_x \quad (3.2)$$

Med hjälp av ekvation 3.2 kan energibesparingen beräknas för Dagens och Framtidens hus. Tabell 3.10 redovisar Q_x samt energibesparingen som betecknas som $\Delta Q_{\text{förluster}}$.

Tabell 3.10 Energibesparing för Dagens och Framtidens hus.

	Dagens hus	Framtidens hus
Q_x , kWh/år	73 065,2	35 261,2
$\Delta Q_{\text{förluster}}$, kWh (år 1)	48 664,5	86 468,3

3.4 Energiåtgång vid materialtillverkning

I granskningen och beräkningen av energiåtgången vid tillverkning av de i mängd ökade byggmaterialen har tillverkarna, via sina hemsidor eller muntligt, angivit sina egna siffror i kWh per olika enheter. Detta har möjliggjort överslagsberäkningar på skillnaderna i energiåtgången vid produktionen av de framtagna byggnaderna. Det som i detta kapitel benämns som produktionen är definierat av mineralull-, cellplast- och glastillverkning samt framställning av ventilationskomponenter. Beräkningarna är uppdelade i mängdberäkningar och energiberäkningar.

3.4.1 Mängder

Vid mängdberäkningarna har varje konstruktionsdel som innebär en volymökning behandlats var för sig i ordningen grund, vägg, tak, fönster och ventilation. De värden som anges är grundade på de fiktiva byggnaderna som presenteras i kapitel 3.2.

Grundisolering

I tabell 3.11 redovisas alla beräknade värden för cellplasten under grundplattan.

Tabell 3.11 Energiåtgång för framställning av cellplast.

	Gårdagens hus	Dagens hus	Framtidens hus
Area, m ²	300,0	300,0	300,0
Volym, m ³	0	60,0	120,0
Vikt, kg Densitet 17 kg/m ³ (1)	0	1 020,0	2 040,0
Energiåtgång, kWh Energiåtgång i produktion 0,92 kWh/kg (2)	0	938,4	1 876,8

(1) Isover Styrolit Isolerskiva. (Isover.se)

(2) Byggvarudeklaration Styrolit EPS-cellplast. (Isover.se)

Väggisolering

Utan hänsyn till regler presenteras mängden glasullsisolering och dess energiåtgång i tabell 3.12.

Tabell 3.12 Energiåtgång för framställning av glasullsisolering.

	Gårdagens hus	Dagens hus	Framtidens hus
Area, m ²	910,4	910,4	910,4
Volym, m ³	91,0	177,5	491,6
Vikt, kg Densitet 16 kg/m ³ (1)	1 456,6	2 840,5	7 865,9
Energiåtgång, kWh Energiåtgång i produktion 6 kWh/kg (2)	8 739,8	17 042,7	47 195,2

(1) Isover Träregelskiva. (Isover.se)

(2) Byggvarudeklaration Isover Glasull. (Isover.se)

Takisolering

I tabell 3.13 redovisas värdena från beräkningarna av lösullsisoleringen från taket.

Tabell 3.13 Energiåtgång för framställning av lösullsisolering.

	Gårdagens hus	Dagens hus	Framtidens hus
Area, m ²	300,0	300,0	300,0
Volym, m ³	28,5	118,5	184,5
Vikt, kg Densitet 26 kg/m ³ (1)	741,0	3 081,0	4 797,0
Energiåtgång, kWh Energiåtgång i produktion 6 kWh/kg (2)	4 446,0	18 486,0	28 782,0

(1) Isover Kretssull. (Isover.se)

(2) Byggvarudeklaration Isover Glasull. (Isover.se)

Fönsterglas

I tabell 3.14 har fönstret studerats genom att endast se till antal glasskivor mellan karmen som sedan har räknats om till en total area och i tillverkningen förbrukad energi. Karmar är antagna att ha samma U-värde och liknande utförande, utan skillnad i materialmängd, på alla fönstertyper.

Tabell 3.14 Energiåtgång för framställning av glasskivor.

	Gårdagens hus	Dagens hus	Framtidens hus
Antal glasrutor, st	2	3	4
Area, m ²	291,2	436,8	582,4
Energiåtgång, kWh <i>Energiåtgång i produktion 20 kWh/m² (1)</i>	582,4	8 736,0	11 648,0

(1) Staffan Karlsson, Pilkington Floatglass (2011-02-22)

Ventilationskomponenter

De husspecifika mängderna blir här redovisade i olika komponenter för respektive ventilationssystem och byggnad. Dessa delar och mängder finns att hitta i tabell 3.15.

Tabell 3.15 Energiåtgång för framställning av ventilationskomponenter.

Ventilations- komponent \ Byggnad	Gårdagens hus	Dagens hus	Framtidens hus
Ventilationskanal, m	0	240,4	736,8
Energiåtgång ¹ , kWh	0	23,4	70,2
Frånluftsdon, st	0	32	32
Energiåtgång ² , kWh	0	49,0	49,0
Tillluftsdon, st	0	0	80
Energiåtgång ² , kWh	0	0	122,4
Aggregat, st	0	1	2
Vikt, kg	0	100,0	200,0
Energiåtgång ³ , kWh	0	155,4	310,8
Summa	0	227,8	552,4

¹Energiåtgång i produktion 1,36 kWh/25m rör + Energiåtgång i råvaruframställning 0,98 kWh/25m rör (Rec-Indovent)

²Energiåtgång i produktion 1,22 kWh/ventil + Energiåtgång i råvaruframställning 0,31 kWh/ventil (Rec-Indovent)

³Aggregaten består av 76 % varmförzinkad stålplåt (Råvaruframställning 1,269(SSAB) kWh/kg och produktion 0,00995 kWh/kg(4)) + 12 % aluminiumplåt (Råvaruframställning 3,6 kWh/kg och produktion 15 kWh/kg) (SGU, 2005)

3.4.2 Summa energiåtgång vid materialtillverkning

De fiktiva husens byggnadsdelar presenteras här i en summerande tabell för att ge en total energiåtgång från produktionsfasen. De summerade delvärdena är tagna från kapitel 3.4.1 och presenteras i tabell 3.16.

Tabell 3.16 Summa energianvändning för framställning av materialen i Gårdagens, Dagens och Framtidens hus.

	Gårdagens hus	Dagens hus	Framtidens hus
Grundisolering	0	938,4	1 876,8
Väggisolering	8 739,8	17 042,7	47 195,2
Takisolering	4 446,0	18 486,0	28 782,0
Fönsterglas	582,4	8 736,0	11 648,0
Ventilation	0	227,8	552,4
Summa	13 768,2 kWh	45 430,9 kWh	90 054,4 kWh

3.4.3 Skillnad i energiåtgång vid materialtillverkning

Gårdagens hus används som referensbyggnad med $Q_{\text{gårdagens}}=13\,768,2$ kWh/år för att beräkna den mermängd energi som går åt vid större mängder material. Formel 3.3 visar hur $\Delta Q_{\text{tillverkning}}$ beräknas där Q_x representerar energiåtgången för materialtillverkningen för det hus som studeras.

$$\Delta Q_{\text{tillverkning}} = Q_x - Q_{\text{gårdagens}} \quad (3.3)$$

Q_x och energiökning, $\Delta Q_{\text{tillverkning}}$, som görs för Dagens och Framtidens hus redovisas med hjälp av ekvation 3.3 i tabell 3.17.

Tabell 3.17 Visar Q_x samt energibesparingen för Dagens och Framtidens hus.

	Dagens hus	Framtiden hus
Q_x , kWh/år	45 430,9	90 054,4
$\Delta Q_{\text{tillverkning}}$, kWh (år 1)	31 662,7	76 286,2

4 Resultat

Här presenteras resultaten från kapitel 3.3.1 Summa energiförluster genom klimatskalet och 3.4.2 Summa energiåtgång vid materialtillverkningen. Kapitel 4.1 åskådliggör hur strängare energikrav påverkar energiåtgången för husen. Punkten där den ökade mängden energi vid materialtillverkningen, $\Delta Q_{\text{tillverkning}}$, tangerar summan av årlig energibesparingen, $\Delta Q_{\text{förluster}}$, i byggnaderna redovisas under kapitel 4.2 i diagram 4.3 och 4.4.

4.1 Effekterna av hårdare energikrav

Diagram 4.1 tydliggör hur energiförlusterna genom klimatskalet avtar och hur energiprestanda för husen blir bättre med hårdare energikrav.

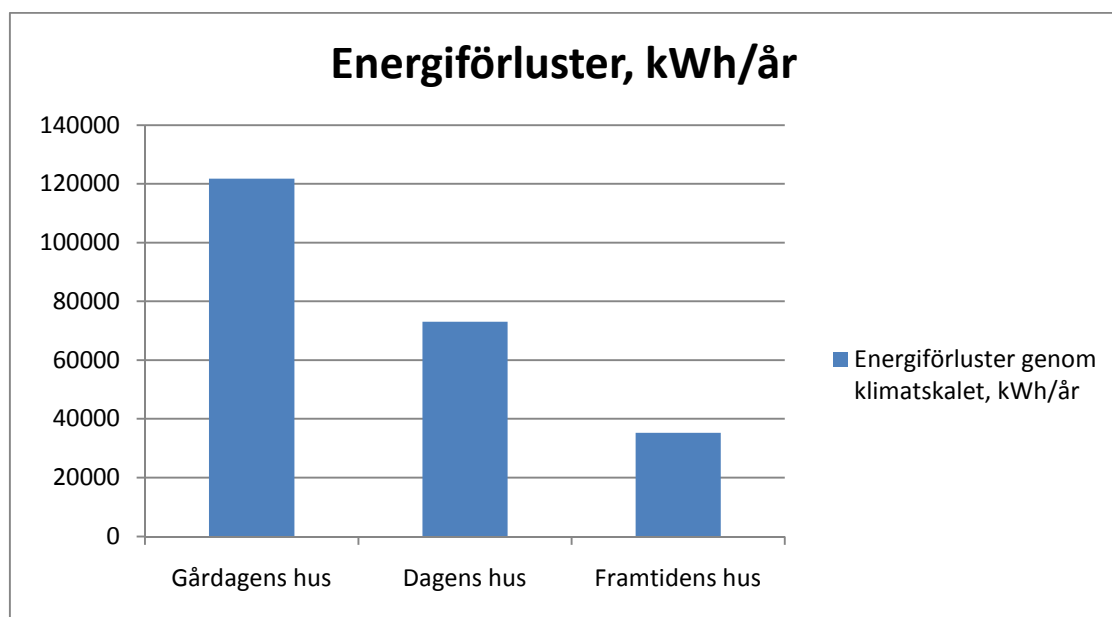


Diagram 4.1 Visar hur energiförlusterna minskar.

Hur materialtillverkningen påverkas till följd av strängare energikrav, för en byggnads energianvändning, visas i diagram 4.2

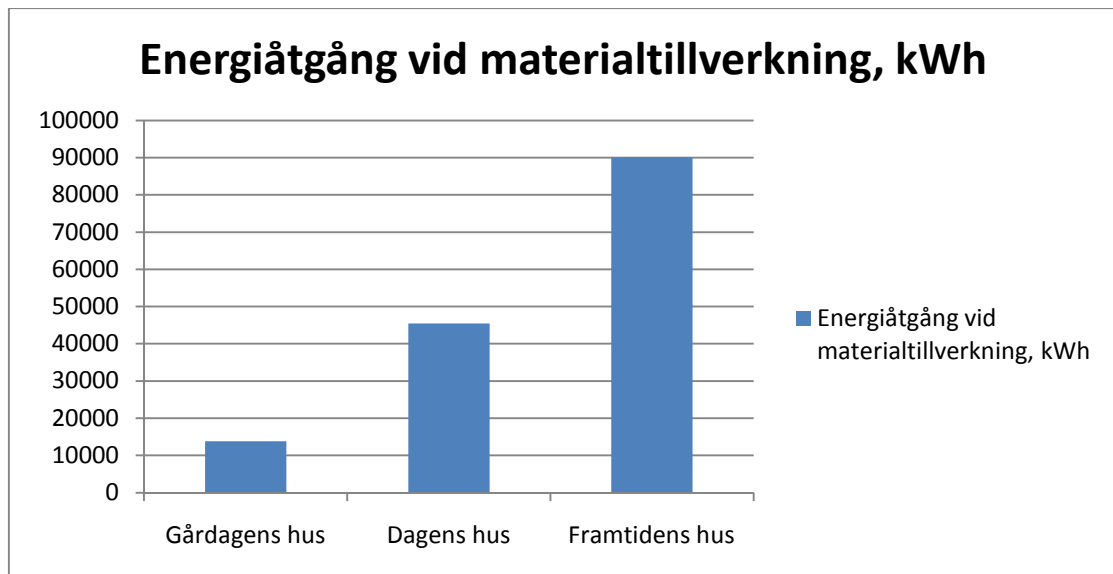


Diagram 4.2 Energiåtgång vid materialtillverkning för Gårdagens, Dagens och Framtidens hus.

4.2 Pay-off mellan drift och materialtillverkning

Diagram 4.3 och 4.4 visar en linje där det aktuella husets besparing, som sker varje år genom energieffektiva åtgärder jämfört med Gårdagens hus. Denna ställs mot en linje som visar en engångssumma av den ökade mängd energi som går åt vid dessa energieffektiva åtgärder. Punkten, P, där dessa två linjer skär varandra är den tidpunkt då besparingen har sparat ikapp ökningen. Ekvation 4.1 visar hur diagrammets Pay-off punkt beräknas i diagram 4.3 och 4.4.

$$P = \frac{\Delta Q_{\text{förluster}}}{\Delta Q_{\text{tillverkning}}} \quad (4.1)$$

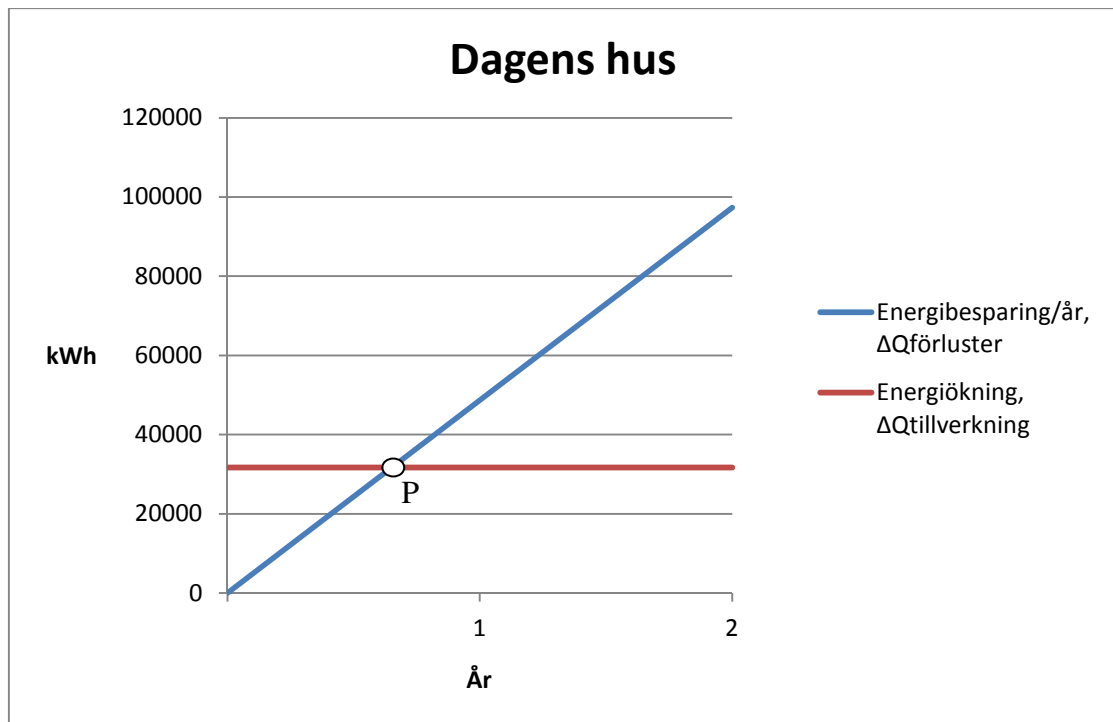


Diagram 4.3 Pay-off tid för Dagens hus jämfört med Gårdagens hus.

$P = 0,7$ år, alltså efter 8 månader och 12 dagar, har Dagens hus sparat ikapp den energi som går åt för att producera mermängden materialet på grund av energieffektiviseringsåtgärder.

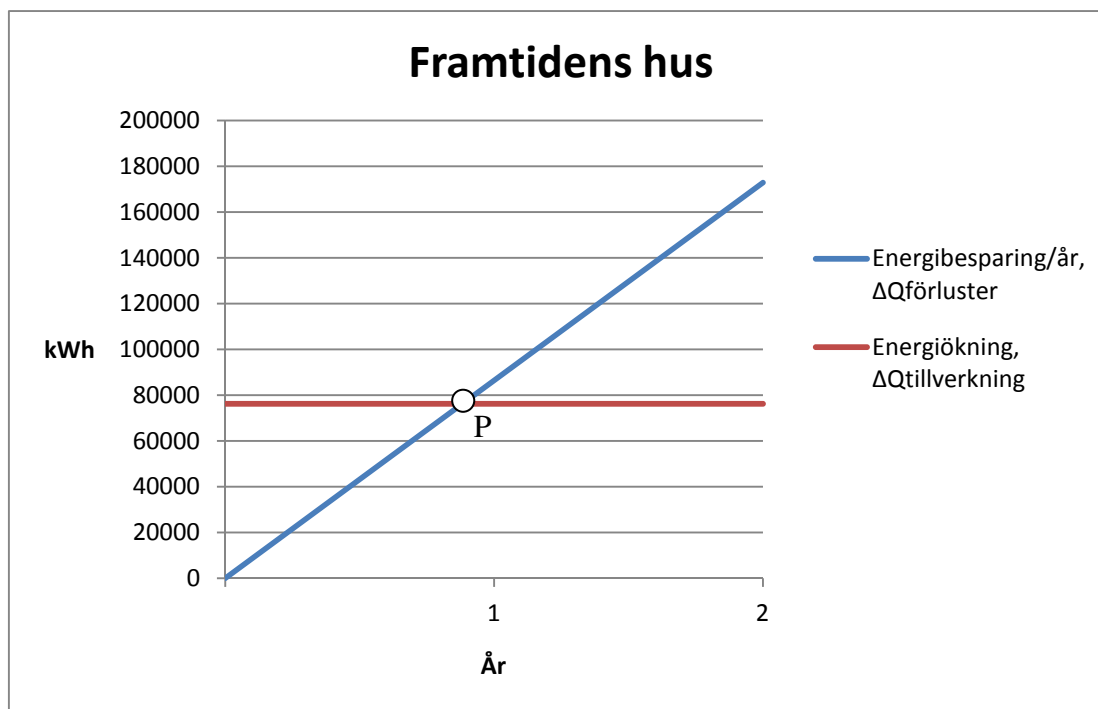


Diagram 4.4 Pay-off tid för Framtidens hus jämfört med Gårdagens hus.

I Framtidens hus har mermängden energi för den tillverkade materialmängden sparats ikapp då $P = 0,9$ år vilket motsvarar 10 månader och 24 dagar.

I jämförelsen mellan diagrammen över Dagens och Framtidens hus bör dock beaktas att även om det för varje energieffektivisering förskjuter punkten för pay-off så har en byggnad oftast en livslängd på över 70 år. Detta gör att den tid det tar att spara in den ökade mängden energin vid materialtillverkningen blir relativt kort i förhållande till livslängden på byggnaden.

Hänsyn till internvärme

Resultatet ovan är dock inte helt rättvisande om man skulle isolera ytterligare. Bostäderna i ovan redovisat resultat har ingen tillförd internvärme vilket gör att man teoretiskt sett kan fortsätta isolera tills förlusterna genom klimatskalet är obefintliga och fortfarande ha en kort pay-off tid. Ett sådant resonemang tar inte hänsyn till att när man, som diagram 4.5 visar, når en internvärme större än förlusterna genom klimatskalet så kan man aldrig spara ikapp ytterligare isolering som byggs in. Det finns alltså en gräns när $Q_{\text{förlust}}$ och $Q_{\text{internvärme}}$ är lika och man istället för att tjäna på mer isolering istället får ett kylbehov. Detta medför en omöjlig återbetalning i energi och isoleringsmängdens pay-off blir oändlig.

Resonemanget innebär att diagram 4.3 och 4.4 i inte är verklighetsförankrad då bebodda bostäder faktiskt har internvärme som hjälper till att spara ikapp den energi som går åt vid materialtillverkningen. Diagram 4.3 och 4.4 har i denna rapport endast används för att besvara frågeställningen om strängare energikrav förskjuter energin från driften till produktionen av en byggnad.

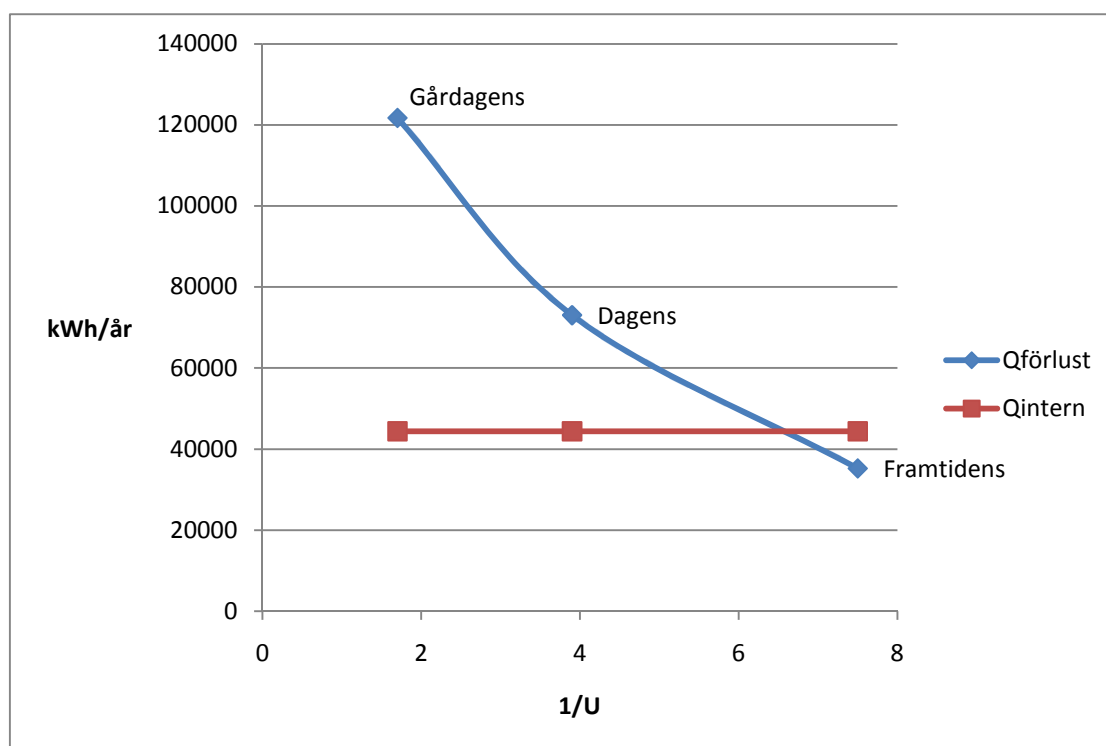


Diagram 4.5 Visar energiförhållandet mellan energiförlusterna för respektive hus och internvärmerna.

5 Slutsats

I kapitel 5 Slutsats besvaras frågeställningen och resultatet följs upp.

Frågeställningen som rapporten har som syfte att besvara följer nedan:

- Vilka pådrivande faktorer för energieffektivisering finns det?
- Kommer vi minska energianvändningen för materialtillverkning och energiförluster under driftskedet för byggnader, genom att uppfylla de nya föreslagna BBR-kraven till 2021? Eller leder de nya kraven bara till energieffektivisering under driftskedet?
- När inträffar pay-off, det vill säga när har den ökade åtgångna energin i materialtillverkningen sparats ikapp av minskade energiförluster genom klimatskalet under driftskedet?

De pådrivande faktorerna i samhället består av instiftade organ så som EU, Sveriges regering, nationella myndigheter och kommuner men även näringslivet, individen och intresseorganisationer är i allra högsta grad med i denna pådrivande struktur. Metoder som används är till exempel lagar, regler och krav där Plan- och bygglagen är ett sådant exempel. Energicertifieringar som till exempel GreeBuilding, Miljöbyggnad eller LEED och lågenergihuskoncept som till exempel Passiv-, Nära nollenergi- eller Plusenergihus kan vara pådrivande faktorer genom att de ger företaget positiv marknadsföring och samtidigt sätter höga krav på byggnaden. Den mest aktuella faktorn just nu är EU:s omarbetade direktiv, som anger att alla nya byggnader från och med 2021 ska vara nära nollenergibyggnader.

Som svar på om de nya förslagna energikraven endast kommer leda till energieffektivisering av driftskedet visar diagram 4.1 och 4.2 att så är fallet. Det blir en förskjutning av minskad energianvändning i driften till en ökad energiåtgång vid materialtillverkningen.

Resultatet från pay-off studien visar att det tar längre och längre tid att spara ikapp energiåtgången från materialtillverkningen. Jämför man båda husens pay-off tider med husens livslängd på över 70 år är det en kort återbetalningstid. Det är alltså lönsamt ur energiperspektiv att isolera med mer material och använda mer omfattande ventilationssystem än vad man gjorde i tidiga byggnader. Detta har av tidigare studier (Adalberth, 2000) också konstaterat genom mer avancerade livscykelanalyser.

Rapporten redovisar en konkret siffra för när man har sparat ikapp den ökade energin med minskade energiförluster genom klimatskalet, vilket inträffar omkring ett år efter att husen satts i drift. Detta slår fast att man redan tidigt har gjort en bra energiinvestering i byggnaden och kan resterande år som byggnaden är i drift tillgodoräkna sig en mycket bra avkastning i form av energibesparing.

Att utföra ytterligare åtgärder än vad Framtidens hus har angetts med är dock inte lönsamt, detta på grund av internvärmens som tillförs byggnaden från brukarna, elektronik eller solinstrålning. När internvärmens tillför större mängd energi än vad som bortförs genom klimatskalet så har mer isolering ingen verkan och man tjänar heller aldrig ikapp den överflödiga mängden isolering. Studeras diagrammet 4.5 så visar detta att Framtidens hus har passerat den optimala punkten där internvärmens är lika stor som värmeförlusterna, det vill säga där den blå linjen skär den röda.

6 Diskussion

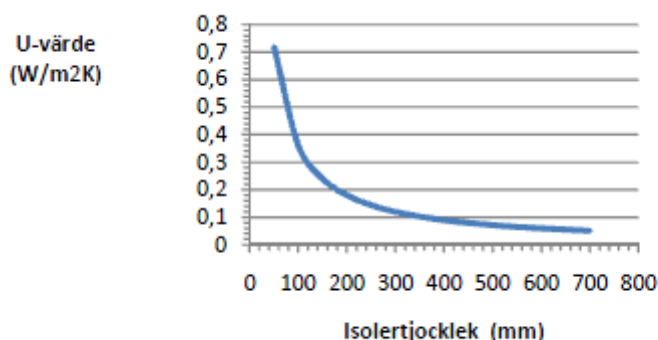
I kapitel 6 Diskussion diskuteras den informationen som framkommer i kapitel 2 Pådrivande faktorer för energieffektivisering med de resultat som rapporten har presenterat. Tillförlitligheten i de värden och antagande som är gjorda i beräkningarna behandlas samt den metod och presentation som har använts. Till sist presenteras förslag till framtida frågeställningar.

Dagens krav på materialframställning

Om de skärpta energikraven som träder i kraft skall uppnås till år 2021 måste en omfattande energieffektivisering av våra byggnader göras. Både vad gäller produktionen och när byggnaderna tas i bruk. De föreslagna BBR-kraven till 2021 omfattar dock bara driften och liknande energibesparingsåtgärder för produktionen syns inte till. Som rapporten visar är denna del av byggprocessen av mindre betydelse i jämförelse med energianvändningen under en byggnads totala livslängd, men författarna tycker att arbetet med en hållbar energianvändning skall föras i alla skeden. Detta för att alla ska sträva i samma riktning och mot samma mål, en hållbar utveckling.

Framtida möjligheter till energieffektivisering

De åtgärder som tidigt utfördes för att minska energianvändningen hade större effekt, i förhållande till mängden material, än vad samma åtgärder har idag. Detta beror bland annat på att energibesparingen inte kan göras så mycket mindre trots ökad mängd isolerande material i klimatskalet. Som figur 6.1 visar avtar väggens U-värde med ökad mängd isolering och med andra ord krävs en större mängd material för att minska klimatskalets energiförluster och energianvändning.



Figur 6.1 Källa: Examensarbete kostnadseffektiva lågenergihus

Nästa steg när vi nått en energianvändning ”nära noll” är därför istället att börja producera den energi vi trots allt måste använda, så kallat Plusenergihus.

Drivkrafter

Som kapitel 2 Pådrivande faktorer för energieffektivisering beskriver finns möjligheter att påverka på flera samhällsnivåer. För att det ska vara ekonomiskt försvarbart för en privatperson att bygga energieffektivt krävs idag att kostnaden för den ökade mängden material tjänas ikapp inom snar framtid. Då de nya föreslagna kraven till 2021 även innefattar redan bebyggda hus finns de fall som ligger nära kravnivån och där åtgärder för en minskad energianvändning inte är lönsamma i

förhållande till materialkostnaden. För att få ner materialkostnaderna är det därför viktigt att både minska mängden material och energiåtgången vid materialframställning. För att nya energieffektiva metoder ska få genomslag är det viktigt att i samband med nya krav om energieffektivisering även införa subventioner för utnyttjande av energisnåla och energieffektiva material. Det är alltså viktigt att se till helheten innefattande både produktionen och driften av ett hus för att framtida generationer ska ha samma förutsättningar som vi har idag.

Osäkerheter i rapporten

I verkligt byggda bostäder finns en rad olika lösningar på köldbryggor och vikten av ett konvektion- och diffusionstät klimatskal har idag stor betydelse. I rapportens beräkningar har ingen hänsyn tagits till köldbryggor i klimatskalet och att de tre fiktiva i praktiken har olika täthetsfaktorer. Dessa parametrar har betydelse för husens energiberäkningar, men vid beräkning av energin vid materialtillverkning har dessa faktorer ingen eller liten inverkan. För att jämförelsen, mellan produktion av materialen och energianvändningen i byggnaderna, ska vara rättvis har vi därför valt att bortse från dessa faktorer.

Förslag till vidare studier

Längs vägen har intressanta frågeställningar dykt upp som vi inte tagit upp i rapporten. Vi vill belysa några av dessa för eventuella framtida studier.

- Vilka alternativa material finns det för Framtidens hus som kräver mindre energi vid framställning, men även minskar energiförlusterna genom klimatskalet för framtida energikrav?
- Är förnyelsebara energikällor en minst lika bra väg, eller bättre väg att gå, istället för att investera i mer material?

7 Källförteckning

- Adalberth K. (2000). *Energy use and environmental impact of new residential buildings*. Lund: Lunds Tekniska Högskola. ISBN: 91-88722-20-1
- Anderstam O. (2008). Elförbrukning ett individuellt ansvar. *Tidningen Borätt*. 18 september. <http://www.tidningenboratt.se/nyheter/artikelarkiv/elfoerbrukning-ett-individuellt-ansvar.aspx> (2011-05-16)
- Blomsterberg, Å. (2009). *Lågenergihus – en studie av olika koncept/begrepp*. Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Boverket. Kommunens ansvar. <http://www.boverket.se/Miljo/Mal-for-miljon/Kommunerna/> (2011-03-31)
- Boverket. Näringslivet. <http://www.boverket.se/Miljo/Mal-for-miljon/Naringslivet/> (2011-04-01)
- Boverket (2009). *Uppföljning av nya byggnaders specifika energianvändning*. Karlskrona: Boverket. ISBN: 978-91-86342-76-0
- Boverket (2010). *Bygga-bo-dialogens kompetensutvecklingsprogram för hållbart byggande och förvaltande – slutrapport*. Karlskrona: Boverkets tryckeri. ISBN 978-91-86559-15-1.
- Boverket (2010b). Om boverket. *Boverket.se*. <http://www.boverket.se/Om-Boverket/> (2011-03-29)
- Boverket (2010c). Energideklaration. *Boverket.se*. <http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Energideklaration/> (2011-05-10)
- Boverket (2011a). EU och God bebyggd miljö. *Boverket.se*. <http://www.boverket.se/Miljo/Mal-for-miljon/EU-och-God-bebyggd-miljo/> (2011-04-01)
- Boverket (2011b). God bebyggd miljö. *Boverket.se*. <http://www.boverket.se/Miljo/Mal-for-miljon/God-bebyggd-miljo/> (2011-03-29)
- Boverket (2011c). *Remissammanfattning: Revidering av avsnitt 9 Energihushållning i Boverkets byggregler*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket (2011d). *EU-direktivet om byggnaders energiprestanda*. Karlskrona: Boverket.
- Bureau Veritas (2007). Vad är BREEAM?. *Bureauveritas.se*. http://www.bureauveritas.se/wps/wcm/connect/bv_se/local/home/news/latest-news/news++breeam?presentationtemplate=bv_master/news_full_story_presentation (2011-03-29)

CEE (2003). *Energicertifiering – EU-direktiv om byggnaders energiprestanda*. Borås: illustration & information. ISBN 91-7848-937-7.

Cole, R.J. and Kernman, P.C. (1996). *Life-Cycle Energy Use in Office Buildings*. Great Britain: Pergamon Press

Energimyndigheten (2008). Styrmedel. *Energimyndigheten.se*.
<http://energimyndigheten.se/sv/Om-oss/Energi--och-klimatpolitik/Styrmedel/>
(2011-05-10)

Energimyndigheten (2009). Kyotoprotokollet. *Energimyndigheten.se*.
<http://www.energikunskap.se/sv/FAKTABASEN/Klimat-och-miljo/Kyotoprotokollet/>
(2011-04-14)

Energimyndigheten (2009b). Vår verksamhet. *Energimyndigheten.se*.
<http://www.energimyndigheten.se/sv/Om-oss/Var-verksamhet/> (2011-05-10)

Energimyndigheten (2010a). Uppdrag 13: Nationell strategi för lågenergibyggnader.
http://webbshop.cm.se/System/ViewResource.aspx?p=Energimyndigheten&rl=default:/Resources/Permanent/Static/5ab72ea0a43b4f06b0366db3ca229071/ER2010_39W.pdf
(2011-05-06)

Energimyndigheten (2010b). *Finansieringsinstrument för energieffektivisering*. Statens Energimyndighet.

Energimyndigheten (2011). *Energimyndigheten.se*.
<http://energimyndigheten.se/sv/Om-oss/Foreskrifter/> (2011-05-10)

Energimyndigheten (2011b). Aktuella bidrag och stöd du kan söka. *Energimyndigheten.se*.
<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Aktuella-bidrag-och-stod-du-kan-soka/>
(2011-05-16)

Energimyndigheten (2011c). Från- och tilluftsventilation med återvinning. *Energimyndigheten.se*.
<http://www.energimyndigheten.se/sv/hushall/Din-ovriga-energianvandning-i-hemmet/Ventilation/FTX-system/> (2011-05-16)

Europa (2010). Kyotoprotokollet om klimatförändringar. *Europa.eu*.
http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/128060_sv.htm (2011-04-14)

European Commission (2010). *Energy 2020 – A strategy for competitive, sustainable and secure energy*. Bryssel: European Commission.

Kretsloppsrådet (2010). *Kretsloppsradet.com*.
<http://www.kretsloppsradet.com/web/page.aspx?refid=10> (2011-04-01)

FEBY (2009). Kravspecifikation för passivhus.
http://www.passivhuscentrum.se/sites/default/files/svensk_kravspecifikation_for_passivhus.pdf (2011-05-16)

Isover, Byggvaror:

- Styrolit Isolerskiva S80. <http://www.isover.se/produkter/produktvisning?id=20752> (2011-05-16) Byggvarudeklaration: <http://www.isover.se/produkter/produktvisning?id=20752> (2011-05-16)
- Träreghelskiva 36 c450. <http://www.isover.se/produkter/produktvisning?id=20772> (2011-05-16) Byggvarudeklaration: http://www.isover.se/files/Isover_SE/Om_Isover/Miljo_halsa/Byggvarudeklarationer/BVD3%20Isover%20glasull%202010-02-15.pdf (2011-05-16)
- Isover Kretsull. http://www.isover.se/files/Isover_SE/Produkter/Byggisolering/Certifikat/4832_90.pdf Byggvarudeklaration:

Lindab, Byggvaror:

- Varmförzinkad stålplåt. Miljövarudeklaration: http://www.lindab.com/SiteCollectionDocuments/Lindab%20Life/epd/se/steel/MVD_Varmforzinkad_Stalplat.pdf (2011-05-16)

Länsstyrelsen (2010). Om oss. *Lansstyrelsen.se*.

http://www3.lansstyrelsen.se/lst/Om_Lansstyrelsen/ (2011-03-29)

Länsstyrelsens klimatarbete. Energi och klimatpåverkan. *Lansstyrelsen.se*.

<http://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland/Sv/miljo-och-klimat/klimat-och-energi/Energi-och-klimatpaverkan/Pages/default.aspx> (2011-03-29)

Miljömålen (2010). Regeringen. *Miljomal.se*.

<http://www.miljomal.se/Undre-meny/Vem-gor-vad/Regeringen/> (2011-04-10)

Miljömålen (2011a). Om miljömålen. *Miljomal.se*.

<http://www.miljomal.se/Undre-meny/Om-miljomalen/> (2011-01-01)

Miljömålen (2011b). Nationella myndigheter. *Miljomal.se*.

<http://www.miljomal.se/Undre-meny/Vem-gor-vad/Nationella-myndigheter/> (2011-01-01)

Miljömålen (2011c). Startside. *Miljomal.se*. <http://www.miljomal.se/> (2011-02-19)

Miljömålen (2011d). Definition. *Miljomal.se*.

<http://www.miljomal.se/15-God-bebyggd-miljo/Definition/> (2011-03-28)

Miljömålen (2011e). Delmål. *Miljomal.se*.

<http://www.miljomal.se/15-God-bebyggd-miljo/Delmål/> (2011-03-28)

Naturvårdsverket (2008). Miljömålen – I korthet...

<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-8321-2.pdf> (2011-01-01)

- Naturvårdsverket (2011). Vårt arbete i EU. *Naturvårdsverket.se*.
<http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/EU-och-Internationellt/Vart-arbete-i-EU/>
(2011-04-01)
- Naturvårdsverket (2011b). Varför är det viktigt att förebygga avfall?.
Naturvårdsverket.se. <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Produkter-och-avfall/Avfall/Minska-avfallens-mangd-och-farlighet/Varfor-ar-det-viktigt-att-forebygga-avfall/> (2011-05-15)
- Neméth, B.W. (1998). *En analyse av totalenergiförbruket i fem versioner av en norsk bolig*. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology.
- Palm, Å., Rathsman, A. och Törnquist, P. (2010). *Kostnadseffektiva lågenergihus – Studie av energisystem i flerbostadshus*. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.
- Paroc (2007). Kyotopyramiden: Grunden till energiklokt hus – att minimera energiförbrukningen. <http://press.perspective.se/filer/1/4kyoto.pdf> (2011-04-08)
- Passivhuscentrum (2011). Så här fungerar det. *Passivhuscentrum.se*.
<http://www.passivhuscentrum.se/passivhusteknik/sa-har-fungerar-det> (2011-05-16)
- Petersson, B-Å. (2007) *Tillämpad byggnadsfysik*. Upplaga tre, Aalborg: Scangraphic.
- Rec-Indovent, Byggvaror:
- FE Insatsrör. http://www.rec-indovent.se/images/stories/pdf/fe_mvd_ny.pdf (2011-05-16).
 - Till- och frånluftsdon, självdragsventiler. http://www.rec-indovent.se/images/stories/pdf/ventil_mvd.pdf (2011-05-16)
- Regeringskansliet (2010). Ansvarsområden. *Regeringen.se*.
<http://www.regeringen.se/sb/d/3358> (2011-04-10)
- Regeringskansliet (2011). Bygga-bo-dialogen. *Regeringen.se*.
<http://www.regeringen.se/sb/d/3358/a/105383> (2011-04-10)
- Renovera energismart (2011). <http://www.renoveraenergismart.se/> (2011-05-16)
- SGBC (2010a). GreenBuilding. *Sgbc.se*.
<http://www.sgbc.se/certifieringssystem/greenbuilding/> (2011-03-30)
- SGBC (2010b). Klassifiera med greenbuilding. *Sgbc.se*.
<http://www.sgbc.se/klassificera-med-greenbuilding/> (2011-03-30)
- SGBC (2010c). GreenBuilding-certifiera en byggnad. *Sgbc.se*.
<http://www.sgbc.se/klassificera-med-greenbuilding/greenbuilding-certifiera-en-byggnad/> (2011-03-30)
- SGBC (2010d). Miljöbyggnad. *Sgbc.se*.
<http://www.sgbc.se/certifieringssystem/miljobyggnad/> (2011-05-16)

SGBC (2010e). LEED. *Sgbc.se*.

<http://www.sgbc.se/certifieringssystem/leed/> (2011-05-16)

SGBC (2010f). BREEAM. *Sgbc.se*.

<http://www.sgbc.se/certifieringssystem/breem/> (2011-05-02)

SGU (2005). *Mineralmarknaden, Tema: Aluminium*. Uppsala: Intellecta Tryckindustri AB.

SSAB (2009). Hållbarhetsredovisning.

http://www.ssab.com/Global/SSAB/Environment/sv/028_H%c3%a5llbarhetsredovisning%202009.pdf?epslanguage=sv (2011-05-16)

Svanen. Varför? <http://www.svanen.se/konsument/varfor/> (2011-05-08)

Svanen. Miljömärkningar.

<http://www.svanen.se/Om-Svanen/Om-oss/Miljomarkningar/> (2011-05-08)

Svanen. Kriterier.

<http://www.svanen.se/Foretag/Kriterier/?categoryID=244> (2011-05-08)

Sveriges Byggindustrier (2007). Byggprocessen (Utbildningsmaterial).

<http://www.bygg.org/files/publikationer/arbetsmilj%C3%B6/Byggprocessen%202007.pdf> (2011-05-16)

Bilaga 1: Handberäkning av energianvändning

I denna bilaga visas handberäkningarna gjorda för respektive hus. Beräkningarna utgår från formel 1 som endast innefattar den avgivna energin, Q_{energi} , genom klimatskalet i form av transmission, Q_t , ventilation, Q_v , och luftläckage, Q_l , och som påverkas av mängden material och vilket material som är i konstruktionen. Detta för att ge en så korrekt jämförelse som möjligt mellan materialtillverkningen och energiåtgången då byggnaden tagits i bruk.

$$Q_{energi} = Q_t + Q_v + Q_l \quad (1)$$

Data som behövs för att kunna genomföra beräkningarna redovisas i nedan.

Tabell 1 Allmän data

A_{temp}	1 121 m ²
Volym	3 363 m ³
Periodlängd (november – mars)	3624 h
Inomhustemperatur, [Ti]	22°C
Medeltemperatur, [Tm] (november – mars)	Tm=1,1°C
ΔT_m	$T_i - T_m = 20,9^\circ\text{C}$
Gradtimmar	$Periodlängd \times \Delta T_m$ = 75 741,6 kWh/år
Luftens värmekapacitet	$c_p=1\,200\text{Ws/m}^3\text{K}$
A_{om}	2 712m ²

Tabell 2 Byggnadernas U-värden för olika konstruktionsdelar.

	Gårdagens hus	Dagens hus	Framtidens hus
$U_{vägg} \text{ W/m}^2\text{K}$	0,393	0,221	0,09
$U_{fönster} \text{ W/m}^2\text{K}$	2,7	1,0	0,6
$U_{tak} \text{ W/m}^2\text{K}$	0,421	0,114	0,083
$U_{Grund 0-1m} \text{ W/m}^2\text{K}$	0,634	0,15	0,089
$U_{Grund 1-6m} \text{ W/m}^2\text{K}$	0,259	0,114	0,076
$U_{Grund <6m} \text{ W/m}^2\text{K}$	0,213	0,105	0,072

Tabell 3 Byggnadernas olika areor.

$A_{\text{Grund 0-1m}}, \text{ m}^2$	39
$A_{\text{Grund1-6m}}, \text{ m}^2$	165
$A_{\text{Grund <6m}}, \text{ m}^2$	96
$A_{\text{Vägg}}, \text{ m}^2$	910,4
$A_{\text{Fönster}}, \text{ m}^2$	145,6
$A_{\text{Tak}}, \text{ m}^2$	300

Transmission

För att räkna ut transmissionsförlusterna används formel 2.

$$Qt = A * U * \text{gradtimmar} * \frac{1}{1000} \quad (2)$$

Gårdagens hus:

$$\begin{aligned} A * U &= (A_{\text{vägg}} * U_{\text{vägg}}) + (A_{\text{fönster}} * U_{\text{fönster}}) + (A_{\text{tak}} * U_{\text{tak}}) \\ &+ (\text{grund0} - 1 * U_{\text{grund0} - 1}) + (\text{Agrund1} - 6 * U_{\text{grund1} - 6}) \\ &+ (\text{Agrund} < 6 * U_{\text{grund} < 6}) = 415,74 \text{ W/K} \end{aligned}$$

$$Qt = A * U * \text{gradtimmar} * \frac{1}{1000} = 73 \text{ 087,5 kWh/år}$$

Dagens hus:

$$\begin{aligned} A * U &= (A_{\text{vägg}} * U_{\text{vägg}}) + (A_{\text{fönster}} * U_{\text{fönster}}) + (A_{\text{tak}} * U_{\text{tak}}) \\ &+ (\text{grund0} - 1 * U_{\text{grund0} - 1}) + (\text{Agrund1} - 6 * U_{\text{grund1} - 6}) \\ &+ (\text{Agrund} < 6 * U_{\text{grund} < 6}) = 31 \text{ 488,7 W/K} \end{aligned}$$

$$Qt = A * U * \text{gradtimmar} * \frac{1}{1000} = 31 \text{ 488,7 kWh/år}$$

Framtidens hus:

$$\begin{aligned} A * U &= (A_{\text{vägg}} * U_{\text{vägg}}) + (A_{\text{fönster}} * U_{\text{fönster}}) + (A_{\text{tak}} * U_{\text{tak}}) \\ &+ (\text{grund0} - 1 * U_{\text{grund0} - 1}) + (\text{Agrund1} - 6 * U_{\text{grund1} - 6}) \\ &+ (\text{Agrund} < 6 * U_{\text{grund} < 6}) = 31 \text{ 488,7 W/K} \end{aligned}$$

$$Qt = A * U * \text{gradtimmar} * \frac{1}{1000} = 16 \text{ 444,9 kWh/år}$$

Ventilation

Formel 3 visar hur energin för ventilationsförlusterna beräknas.

$$Qv = \frac{n}{1000} * Atemp * cp * gradtimmar * \frac{1}{1000} \quad (3)$$

Gårdagens hus:

Ventilationen har satts till 0,4 l/s och m² då beräkningarna genomförs för de månader då medeltemperaturen utomhus i Göteborg är <5°C alltså november till mars. Då är temperaturskillnaden mellan inom-, och utomhusluft som störs och så även värmeförlusterna för ett mindre bra isolerat hus som gårdagens hus. Detta leder till att den avgivna energin på grund av ventilationen är:

$$Qv = \frac{n}{1000} * Atemp * cp * gradtimmar * \frac{1}{1000} = \mathbf{40\ 755,0\ kWh/år}$$

Dagens hus:

Dagens hus har ett uteluftsflöde på n=0,35 l/s och m² golvarea vilket är minimikravet BBR ställer. Därmed är energiförlusten för Dagens hus:

$$Qv = \frac{n}{1000} * Atemp * cp * gradtimmar * \frac{1}{1000} = \mathbf{35\ 660,7\ kWh/år}$$

Framtidens hus:

För att inomhusklimatet ska vara av god kvalitet med bra luft ska uteluftsflödet enligt BBR mist vara n=0,35 l/s och m² golvarea. Framtidens hus har ett FTX-system med 50% värmeåtervinning av den totala ventilationsförlusten (Petersson, 2007).

$$Qv = \frac{n}{1000} * Atemp * cp * gradtimmar * \frac{1}{1000} - 35\ 660,7 * 0,5 \\ = \mathbf{17\ 830,3\ kWh/år}$$

Luftläckage

Genom att använda formel 4 kan den avgivna energin genom klimatskalet som beror på luftläckage beräknas.

$$Ql = 0,04 * luftläckage\ 50Pa * Aom * cp * gradtimmar \quad (4)$$

Gårdagens hus:

Gårdagens hus har ett luftläckage på 0,8 l/sm² vid en tryckskillnad på ±50 Pa vilket ger ett luftläckage på:

$$Ql = 0,04 * luftläckage\ 50Pa * Aom * cp * gradtimmar = \mathbf{7\ 887\ kWh/år}$$

Dagens hus:

Vid en tryckskillnad på ±50 Pa har Dagens hus ett luftläckage på 0,6 l/sm² då konstruktionen är tätare än Gårdagens hus. Detta resulterar i att energiförlusten beroende på luftläckaget blir:

$$Ql = 0,04 * luftläckage\ 50Pa * Aom * cp * gradtimmar = \mathbf{5\ 715,8\ kWh/år}$$

Framtidens hus:

För att minska energianvändningen så mycket som möjligt är Framtidens hus tätt. Detta resulterar i ett luftläckage på 0,1 l/sm² en tryckskillnad på ±50Pa. Den avgivna energin i form av luftläckage blir då:

$$Q_l = 0,04 * \text{luftläckage } 50Pa * A_{om} * c_p * \text{gradtimmar} = \mathbf{986 \text{ kWh/år}}$$

Summa avgiven energi genom klimatskalet

Genom att använda Formel 1 kan nu den totala energiförlusten beräknas för respektive hus. Resultatet kommer sedan att användas för att besvara frågeställningen i kapitel 4 Resultat.

Gårdagens hus:

$$Q_{\text{energi}} = Q_t + Q_v + Q_l = \mathbf{121\ 729,5 \text{ kWh/år}}$$

Dagens hus:

$$Q_{\text{energi}} = Q_t + Q_v + Q_l = \mathbf{73\ 065,2 \text{ kWh/år}}$$

Framtidens hus:

$$Q_{\text{energi}} = Q_t + Q_v + Q_l = \mathbf{35\ 261,2 \text{ kWh/år}}$$

Bilaga 2: Resultat från VIP Energy

Gårdagens hus

VIP-Energy 1.5.1 © Structural Design Software in Europe AB 2010

1 (3)

Projekt: Energieffektivisering på gott & ont Datum: 2011-04-12
Beskrivning: Gårdagens hus
Utfört av: M Svensson, B Svernlung Sign: MS, BS
Projektfil: V:\43\Exjobb\Martina o Björn\Exjobb\Gårdagens hus.VIP Företag: **RAMBÖLL**

INDATA

Allmänt

Beräkningsperiod - Dag	1 - 365
Solreflektion från mark	30.00 %
Vindhastighet % av klimatdata	S:45 SV:45 V:45 NV:45 N:45 NO:45 O:45 SO:45
Luftryck	1000 hPa
Horisontvinkel mot markplan	S:15 SV:15 V:15 NV:15 N:15 NO:15 O:15 SO:15 °
Formfaktor för vindtryck	0:0.70 45:0.50 90:-0.60 135:-0.50 180:-0.50 TAK:-0.00
Vridning av byggnad	0 °
Verksamhetstyp	Bostad
Antal lägenheter	16
Ventilationsvolym	0.0 [m³]
Golvarea	1121.0 [m²]
Markegenskap Värmeledningstal:	1.4 [W/m²K]
Lera, dränerad sand , dränerat grus.	

Klimatdata

GÖTEBORG	Latitud	57.8	grader	
	Högsta värde	Medelvärde	Lägsta värde	
Utetemperatur	26.0	7.1	-17.0	°C
Vindhastighet	16.0	4.5	0.0	m/s
Solstrålning global	874.0	106.6	0.0	W/m²
Relativ fuktighet	100.0	86.0	41.0	%

Aktuellt Hus

Bygghelstyper 1-dimensionella - Katalog

Bygghelstyp	Material Från utsida till insida	Skikt-tjocklek m	Värmeledningstal W/m²K	Densitet kg/m³	Värme-kapacitet J/kgK	U-värde W/m²K	Delta-U-värde W/m²K	Otätthetsfaktor q50 l/s,m²
Vägg Trä 100	Trä Gran	0.020	0.140	500	2300	0.383	0.010	0.80
	Reglar s600	0.100	0.045	87	961			
	Gipsskiva	0.013	0.220	900	1100			
Golv Btg	Betong Normal RH	0.200	1.700	2300	800	2.323	0.010	0.10
	Trä Gran	0.020	0.140	500	2300			
Takstol 0	Trä Gran	0.020	0.140	500	2300	0.411	0.010	0.80
	Lösull Reglar s1200	0.095	0.046	59	862			
	Gipsskiva	0.013	0.220	900	1100			
Betong bjälklag	Betong Normal RH	0.300	1.700	2300	800	2.044	0.000	0.10
	Trä Gran	0.020	0.140	500	2300			

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

Benämning	Bygghelstyp	Orientering	Mängd Area m² Längd m Antal st	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angränsande temp °C	Andel av effekt-behov %	U- Psi- Chi-värde med mark och D-U
	Vägg Trä 100	NORR	337.8m²	0.0	3.0		0	0.393 W/m²K
	Vägg Trä 100	SÖDER	337.8m²	0.0	3.0		0	0.393 W/m²K
	Vägg Trä 100	VÄSTER	117.4m²	0.0	3.0		0	0.393 W/m²K
	Vägg Trä 100	ÖSTER	117.4m²	0.0	3.0		0	0.393 W/m²K
	Golv Btg	PPM 0-1 m	39.0m²	0.0	0.0		0	0.634 W/m²K

Gårdagens hus

VIP-Energy 1.5.1 © Structural Design Software in Europe AB 2010

2 (3)

Projekt: Energieffektivisering på gott & ont Datum: 2011-04-12
 Beskrivning: Gårdagens hus
 Utfört av: M Svensson, B Svernlung Sign: MS, BS
 Projektfil: V:\43\Exjobb\Martina o Björn\Exjobb\Gårdagens hus.VIP Företag: **RAMBÖLL**

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

Benämning	Bygghedelstyp	Orientering	Mängd Area m ² Längd m Antal st	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angräns- ande temp °C	Andel av effekt- behov %	U- Psi- Chi- värde med mark och D-U
	Golv Btg	PPM 1-6 m	165.0m ²	0.0	0.0		0	0.259 W/m ² K
	Golv Btg	PPM >6 m	96.0m ²	0.0	0.0		0	0.213 W/m ² K
	Takstol 0	TAK	300.0m ²	0.0	0.0		0	0.421 W/m ² K
	Betong bjälklag	INNER	2088.0m ²				0	

Solskyddstyper

Benämning	Gräns- temp. °C	Gräns- effekt W/m ²	Reduk- tion av Total %	Reduk- tion av Direkt %	Vinkel Under- kant	Vinkel Över- kant	Vinkel Skärm 1 Sida 1	Vinkel Skärm 1 Sida 2	Vinkel Skärm 2 Sida 1	Vinkel Skärm 2 Sida 2	Högsta Vind- hastighet m/s
Persienn rumsregl	24.0	2000.0	80.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

Benämning	Bygghedelstyp	Orientering	Area m ²	Glas- andel %	Sol- transm. Total %	Sol- transm. Direkt %	U-värde W/m ² K	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Otätthets- faktor q50 l/s,m ²	Sol- skydd
	2-Glas std	SÖDER	58.2	80	76	61	2.70	0.7	2.1	0.80	Persienn rumsregl
	2-Glas std	NORR	58.2	80	76	61	2.70	0.7	2.1	0.80	Persienn rumsregl
	2-Glas std	VÄSTER	14.6	80	76	61	2.70	0.7	2.1	0.80	Persienn rumsregl
	2-Glas std	ÖSTER	14.6	80	76	61	2.70	0.7	2.1	0.80	Persienn rumsregl
	Dörr	SÖDER	2.1	0	0	0	1.00	0.0	0.0	0.80	
	Uteluftsventil 15	SÖDER	12.0	0	0	0	0.00	2.5	2.5	15.00	
	Uteluftsventil 15	NORR	12.0	0	0	0	0.00	2.5	2.5	15.00	
	Uteluftsventil 15	ÖSTER	5.0	0	0	0	0.00	2.5	2.5	15.00	
	Uteluftsventil 15	VÄSTER	5.0	0	0	0	0.00	2.5	2.5	15.00	

RESULTAT

Beräkningsdatum 2011-05-12 11:21:34

Jämförelse mot krav enligt BBR

	Aktuellt hus aktuellt drift	Tillåtet värde	
Jämförelse mot BBR 16			
U-värde	0.583	0.500	W/m ² K
Energianvändning	125	110	kWh/m ²
Atemp: 1121.0 m ²			
Klimatzon BBR16	III		
Verksamhetstyp: / Bostad			
Verkningsgrad värmeförsörjning: 100.00 %			

Energibalans

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
Avgiven energi		
(23)Transmission	120693	107.67
(24)Luftläckage	15119	13.49

Gårdagens hus

VIP-Energy 1.5.1 © Structural Design Software in Europe AB 2010

3 (3)

Projekt: Energieffektivisering på gott & ont Datum: 2011-04-12
Beskrivning: Gårdagens hus
Utfört av: M Svensson, B Svernlung Sign: MS, BS
Projektfil: V:\43\Exjobb\Martina o Björn\Exjobb\Gårdagens hus.VIP Företag: **RAMBÖLL**

Energibalans

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
(21)Ventilation	27092	24.17
(28)Spillvatten	27987	24.97

Tillförd energi

(27)Solenergi genom fönster	27913	24.90
(20)Återvinning ventilation	0	0.00
(29)Återvinning till tappvarmvatten	0	0.00
(19)Återvinning värmepump	0	0.00
(18)Solfångare	0	0.00
(45)Processenergi till rum	36727	32.76
(25)Personvärme	0	0.00
(34)Elförsörjning	0	0.00
(33)Värmeförsörjning	126209	112.59

Specifikation av energiflöden

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²		Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	126209	112.59	(6)Tappvarmvatten	0	0.00
(1)Ventilationsaggregat	19330	17.24	(36)SOLFÅNGARVÄRME	0	0.00
(2)Värmesystem	78892	70.38	(7)Ventilationsaggregat	0	0.00
(3)Tappvarmvatten	27987	24.97	(8)Värmesystem	0	0.00
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	(9)Tappvarmvatten	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	(20)ÅTERVINNING VENTILATION	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	(51)Värmeväxling	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	0	0.00	(50)Återluft	0	0.00
(35)Värmepump	0	0.00	(26)PROCESSENERGI	47529	42.40
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	(40)Verksamhetsenergi rumsluft	26907	24.00
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	(41)Verksamhetsenergi extern	6874	6.13
(15)Cirk.pump värme	0	0.00	(39)Fastighetsenergi rumsluft	9820	8.76
(10)Cirk.pump solf.	0	0.00	(46)Fastighetsenergi extern	3928	3.50
(12)Cirk.pump kyla	0	0.00	(42)VENTILATIONSAGGREGAT	19330	17.24
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	(43)VÄRMESYSTEM	78892	70.38
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	(44)TAPPVARMVATTEN	27987	24.97
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00			
(5)Värmesystem	0	0.00			

Dagens hus

VIP-Energy 1.5.1 © Structural Design Software in Europe AB 2010

1 (3)

Projekt: Energieffektivisering på gott & ont Datum: 2011-04-12
Beskrivning: Dagens hus
Utfört av: M Svensson, B Svernlund Sign: MS, BS
Projektfil: V:\43\Exjobb\Martina o Björn\Exjobb\Dagens hus.VIP Företag: **RAMBÖLL**

INDATA

Allmänt

Beräkningsperiod - Dag	1 - 365
Solreflektion från mark	30.00 %
Vindhastighet % av klimatdata	S:45 SV:45 V:45 NV:45 N:45 NO:45 O:45 SO:45
Lufttryck	1000 hPa
Horisontvinkel mot markplan	S:15 SV:15 V:15 NV:15 N:15 NO:15 O:15 SO:15 °
Formfaktor för vindtryck	0:0.70 45:0.50 90:-0.60 135:-0.50 180:-0.50 TAK:-0.00
Vridning av byggnad	0 °
Verksamhetstyp	Bostad
Antal lägenheter	16
Ventilationsvolym	0.0 [m³]
Golvarea	1121.0 [m²]
Markegenskap Värmeledningstal:	1.4 [W/m²K]
Lera, dränerad sand , dränerat grus.	

Klimatdata

GÖTEBORG	Latitud	57.8	grader	
	Högsta värde	Medelvärde	Lägsta värde	
Utetemperatur	26.0	7.1	-17.0	°C
Vindhastighet	16.0	4.5	0.0	m/s
Solstrålning global	874.0	106.6	0.0	W/m²
Relativ fuktighet	100.0	86.0	41.0	%

Aktuellt Hus

Bygghelstyper 1-dimensionella - Katalog

Bygghelstyp	Material Från utsida till insida	Skikt-tjocklek m	Värmeledningstal W/m²K	Densitet kg/m³	Värme-kapacitet J/kgK	U-värde W/m²K	Delta-U-värde W/m²K	Otätthetsfaktor q50 l/s,m²
Takstol	Trä Gran	0.020	0.140	500	2300	0.104	0.010	0.80
	Lösssprutad ull	0.300	0.042	40	800			
	Lösull Reglar s1200	0.095	0.046	59	862			
Vägg Trä 195	Gipsskiva	0.013	0.220	900	1100			
	Trä Gran	0.020	0.140	500	2300	0.211	0.010	0.80
	Reglar s600	0.195	0.045	87	961			
Betong bjälklag	Gipsskiva	0.013	0.220	900	1100			
	Betong Normal RH	0.300	1.700	2300	800	2.044	0.000	0.10
	Trä Gran	0.020	0.140	500	2300			
Golv Btg 200	Cellplast 36	0.200	0.036	25	1400	0.167	0.010	0.10
	Betong Normal RH	0.200	1.700	2300	800			
	Trä Gran	0.020	0.140	500	2300			

Byggnadsdelar - Vägg, bjälklag

Benämning	Bygghelstyp	Orientering	Mängd Area m² Längd m Antal st	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angränsande temp °C	Andel av effekt-behov %	U- Psi- Chi-värde med mark och D-U
	Vägg Trä 195	NORR	337.8m²	0.0	3.0		0	0.221 W/m²K
	Vägg Trä 195	SÖDER	337.8m²	0.0	3.0		0	0.221 W/m²K
	Vägg Trä 195	VÄSTER	117.4m²	0.0	3.0		0	0.221 W/m²K

Dagens hus

VIP-Energy 1.5.1 © Structural Design Software in Europe AB 2010

2 (3)

Projekt: Energieeffektivisering på gott & ont Datum: 2011-04-12
Beskrivning: Dagens hus
Utfört av: M Svensson, B Svernlung Sign: MS, BS
Projektfil: V:\43\Exjobb\Martina o Björn\Exjobb\Dagens hus.VIP Företag: **RAMBÖLL**

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

Benämning	Bygghelstyp	Orientering	Mängd Area m ² Längd m Antal st	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angränsande temp °C	Andel av effektbehov %	U- Psi- Chi- värde med mark och D-U
Vägg Trä 195		ÖSTER	117.4m ²	0.0	3.0		0	0.221 W/m ² K
Golv Btg 200		PPM 0-1 m	39.0m ²	0.0	0.0		0	0.150 W/m ² K
Golv Btg 200		PPM 1-6 m	165.0m ²	0.0	0.0		0	0.114 W/m ² K
Golv Btg 200		PPM >6 m	96.0m ²	0.0	0.0		0	0.105 W/m ² K
Takstol		TAK	300.0m ²	0.0	0.0		0	0.114 W/m ² K
Betong bjälklag		INNER	2088.0m ²				0	

Solskyddstyper

Benämning	Gränstemp. °C	Gränseffekt W/m ²	Reduktion av Total %	Reduktion av Direkt %	Vinkel Underkant	Vinkel Överkant	Vinkel Skärm 1 Sida 1	Vinkel Skärm 1 Sida 2	Vinkel Skärm 2 Sida 1	Vinkel Skärm 2 Sida 2	Högsta Vindhastighet m/s
Persienn rumsregl	24.0	2000.0	80.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

Benämning	Bygghelstyp	Orientering	Area m ²	Glasandel %	Soltransm. Total %	Soltransm. Direkt %	U-värde W/m ² K	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Otätthetsfaktor q50 l/s,m ²	Solskydd
3-Glas Energi		NORR	58.2	80	46	36	1.00	0.7	2.1	0.80	Persienn rumsregl
3-Glas Energi		SÖDER	58.2	80	46	36	1.00	0.7	2.1	0.80	Persienn rumsregl
3-Glas Energi		VÄSTER	14.6	80	46	36	1.00	0.7	2.1	0.80	Persienn rumsregl
3-Glas Energi		ÖSTER	14.6	80	46	36	1.00	0.7	2.1	0.80	Persienn rumsregl
Dörr		SÖDER	2.1	0	0	0	1.00	0.0	0.0	0.80	
Uteluftsventil 15		NORR	12.0	0	0	0	0.00	2.5	2.5	15.00	
Uteluftsventil 15		SÖDER	12.0	0	0	0	0.00	2.5	2.5	15.00	
Uteluftsventil 15		VÄSTER	5.0	0	0	0	0.00	2.5	2.5	15.00	
Uteluftsventil 15		ÖSTER	5.0	0	0	0	0.00	2.5	2.5	15.00	

RESULTAT

Beräkningsdatum 2011-05-12 10:41:35

Jämförelse mot krav enligt BBR

	Aktuellt hus aktuell drift	Tillåtet värde	
Jämförelse mot BBR 16			
U-värde	0.252	0.500	W/m ² K
Energianvändning	93	110	kWh/m ²
Atemp: 1121.0 m ²			
Klimatzon BBR16	III		
Verksamhetstyp: / Bostad			
Verkningsgrad värmeförsörjning: 100.00 %			

Dagens hus

VIP-Energy 1.5.1 © Structural Design Software in Europe AB 2010

3 (3)

Projekt: Energieffektivisering på gott & ont
Beskrivning: Dagens hus
Utfört av: M Svensson, B Svernlung
Projektfil: V:\43\Exjobb\Martina o Björn\Exjobb\Dagens hus.VIP

Datum: 2011-04-12
Sign: MS, BS
Företag: **RAMBÖLL**

Energibalans

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
Avgiven energi		
(23)Transmission	52365	46.71
(24)Luftläckage	5	0.00
(21)Ventilation	64271	57.33
(28)Spillvatten	27987	24.97
Tillförd energi		
(27)Solenergi genom fönster	17825	15.90
(20)Återvinning ventilation	0	0.00
(29)Återvinning till tappvarmvatten	0	0.00
(19)Återvinning värmepump	0	0.00
(18)Solfångare	0	0.00
(45)Processenergi till rum	36727	32.76
(25)Personvärme	0	0.00
(34)Elförsörjning	1146	1.02
(33)Värmeförsörjning	88909	79.31

Specifikation av energiflöden

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²		Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	88909	79.31	(6)Tappvarmvatten	0	0.00
(1)Ventilationsaggregat	0	0.00	(36)SOLFÅNGARVÄRME	0	0.00
(2)Värmesystem	60922	54.35	(7)Ventilationsaggregat	0	0.00
(3)Tappvarmvatten	27987	24.97	(8)Värmesystem	0	0.00
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	(9)Tappvarmvatten	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	(20)ÅTERVINNING VENTILATION	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	(51)Värmeväxling	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1146	1.02	(50)Återluft	0	0.00
(35)Värmepump	0	0.00	(26)PROCESSENERGI	47529	42.40
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	(40)Verksamhetsenergi rumsluft	26907	24.00
(13)Frånluftsfläktar	1146	1.02	(41)Verksamhetsenergi extern	6874	6.13
(15)Cirk.pump värme	0	0.00	(39)Fastighetsenergi rumsluft	9820	8.76
(10)Cirk.pump solf.	0	0.00	(46)Fastighetsenergi extern	3928	3.50
(12)Cirk.pump kyla	0	0.00	(42)VENTILATIONSAGGREGAT	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	(43)VÄRMESYSTEM	60922	54.35
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	(44)TAPPVARMVATTEN	27987	24.97
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00			
(5)Värmesystem	0	0.00			

Framtidshus

VIP-Energy 1.5.1 © Structural Design Software in Europe AB 2010

1 (3)

Projekt: Energieeffektivisering på gott & ont Datum: 2011-04-12
Beskrivning: Framtidens hus
Utfört av: M Svensson, B Svernlung Sign: MS, BS
Projektfil: V:\43\Exjobb\Martina o Björn\Exjobb\Framtidshus.VIP Företag: RAMBÖLL

INDATA

Allmänt

Beräkningsperiod - Dag	1 - 365
Solreflektion från mark	30.00 %
Vindhastighet % av klimatdata	S:45 SV:45 V:45 NV:45 N:45 NO:45 O:45 SO:45
Luftryck	1000 hPa
Horisontvinkel mot markplan	S:15 SV:15 V:15 NV:15 N:15 NO:15 O:15 SO:15 °
Formfaktor för vindtryck	0:0.70 45:0.50 90:-0.60 135:-0.50 180:-0.50 TAK:-0.00
Vridning av byggnad	0 °
Verksamhetstyp	Bostad
Antal lägenheter	4
Ventilationsvolym	0.0 [m³]
Golvarea	1121.0 [m²]
Markegenskap Värmeledningstal:	1.4 [W/m²K]
Lera, dränerad sand , dränerat grus.	

Klimatdata

GÖTEBORG	Latitud	57.8	grader	
	Högsta värde	Medelvärde	Lägsta värde	
Utetemperatur	26.0	7.1	-17.0	°C
Vindhastighet	16.0	4.5	0.0	m/s
Solstrålning global	874.0	106.6	0.0	W/m²
Relativ fuktighet	100.0	86.0	41.0	%

Aktuellt Hus

Bygghelstyper 1-dimensionella - Katalog

Bygghelstyp	Material Från utsida till insida	Skikt-tjocklek m	Värmeledningstal W/m²K	Densitet kg/m³	Värme-kapacitet J/kgK	U-värde W/m²K	Delta-U-värde W/m²K	Otätthetsfaktor q50 l/s,m²
Vägg Trä 540	Trä Gran	0.020	0.140	500	2300	0.080	0.010	0.80
	Reglar s600	0.540	0.045	87	961			
	Gipsskiva	0.013	0.220	900	1100			
Golv Btg 400	Cellplast 36	0.400	0.036	25	1400	0.087	0.010	0.10
	Betong Normal RH	0.200	1.700	2300	800			
	Trä Gran	0.020	0.140	500	2300			
Takstol 565	Trä Gran	0.020	0.140	500	2300	0.073	0.010	0.80
	Lösssprutad ull	0.520	0.042	40	800			
	Lösull Reglar s1200	0.045	0.046	59	862			
Betong bjälklag	Betong Normal RH	0.300	1.700	2300	800	2.044	0.000	0.10
	Trä Gran	0.020	0.140	500	2300			

Byggnadsdelar - Vägg, bjälklag

Benämning	Bygghelstyp	Orientering	Mängd Area m² Längd m Antal st	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angränsande temp °C	Andel av effekt-behov %	U- Psi- Chi-värde med mark och D-U
	Vägg Trä 540	NORR	337.8m²	0.0	3.0		0	0.090 W/m²K
	Vägg Trä 540	SÖDER	337.8m²	0.0	3.0		0	0.090 W/m²K
	Vägg Trä 540	VÄSTER	117.4m²	0.0	3.0		0	0.090 W/m²K

Framtidshus

VIP-Energy 1.5.1 © Structural Design Software in Europe AB 2010

2 (3)

Projekt: Energieeffektivisering på gott & ont
Beskrivning: Framtidens hus
Utfört av: M Svensson, B Svernlung
Projektfil: V:\43\Exjobb\Martina o
Björn\Exjobb\Framtidshus.VIP

Datum: 2011-04-12
Sign: MS, BS
Företag: **RAMBÖLL**

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

Benämning	Bygghelstyp	Orientering	Mängd Area m ² Längd m Antal st	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angräns- ande temp °C	Andel av effekt- behov %	U- Psi- Chi- värde med mark och D-U
Vägg Trä 540		ÖSTER	117.4m ²	0.0	3.0		0	0.090 W/m ² K
Golv Btg 400		PPM 0-1 m	39.0m ²	0.0	0.0		0	0.089 W/m ² K
Golv Btg 400		PPM 1-6 m	165.0m ²	0.0	0.0		0	0.076 W/m ² K
Golv Btg 400		PPM >6 m	96.0m ²	0.0	0.0		0	0.072 W/m ² K
Takstol 565		TAK	300.0m ²	0.0	0.0		0	0.083 W/m ² K
Betong bjälklag		INNER	2088.0m ²				0	

Solskyddstyper

Benämning	Gräns- temp. °C	Gräns- effekt W/m ²	Reduk- tion av Total %	Reduk- tion av Direkt %	Vinkel Under- kant	Vinkel Över- kant	Vinkel Skärm 1 Sida 1	Vinkel Skärm 1 Sida 2	Vinkel Skärm 2 Sida 1	Vinkel Skärm 2 Sida 2	Högsta Vind- hastighet m/s
Persienn rumsregl	24.0	2000.0	80.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

Benämning	Bygghelstyp	Orientering	Area m ²	Glas- andel %	Sol- transm. Total %	Sol transm. Direkt %	U-värde W/m ² K	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Otätthets- faktor q50 l/s,m ²	Sol- skydd
4-Glas Energi		NORR	58.2	80	45	59	0.60	0.7	2.1	0.80	Persienn rumsregl
4-Glas Energi		SÖDER	58.2	80	45	59	0.60	0.7	2.1	0.80	Persienn rumsregl
4-Glas Energi		VÄSTER	14.6	80	45	59	0.60	0.7	2.1	0.80	Persienn rumsregl
4-Glas Energi		ÖSTER	14.6	80	45	59	0.60	0.7	2.1	0.80	Persienn rumsregl
Dörr		SÖDER	2.1	0	0	0	1.00	0.0	0.0	0.80	

RESULTAT

Beräkningsdatum 2011-05-12 11:24:55

Jämförelse mot krav enligt BBR

	Aktuellt hus aktuell drift	Tillåtet värde	
Jämförelse mot BBR 16			
U-värde	0.132	0.500	W/m ² K
Energianvändning	52	110	kWh/m ²
Atemp: 1121.0 m ²			
Klimatzon BBR16	III		
Verksamhetstyp: / Bostad			
Verkningsgrad värmeförsörjning: 100.00 %			

Energibalans

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
Avgiven energi		
(23)Transmission	29008	25.88
(24)Luftläckage	9624	8.59
(21)Ventilation	69067	61.61
(28)Spillvatten	27987	24.97

Framtidshus

VIP-Energy 1.5.1 © Structural Design Software in Europe AB 2010

3 (3)

Projekt: Energieeffektivisering på gott & ont
Beskrivning: Framtidens hus
Utfört av: M Svensson, B Svernlung
Projektfil: V:\43\Exjobb\Martina o
Björn\Exjobb\Framtidshus.VIP

Datum: 2011-04-12
Sign: MS, BS
Företag: **RAMBÖLL**

Energibalans

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
(22)Passiv kyla	3	0.00

Tillförd energi

(27)Solenergi genom fönster	11230	10.02
(20)Återvinning ventilation	42668	38.06
(29)Återvinning till tappvarmvatten	0	0.00
(19)Återvinning värmepump	0	0.00
(18)Solfångare	0	0.00
(45)Processenergi till rum	36727	32.76
(25)Personvärme	0	0.00
(34)Elförsörjning	6301	5.62
(33)Värmeförsörjning	38756	34.57

Specifikation av energiflöden

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²		Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	38756	34.57	(6)Tappvarmvatten	0	0.00
(1)Ventilationsaggregat	365	0.33	(36)SOLFÅNGARVÄRME	0	0.00
(2)Värmesystem	10404	9.28	(7)Ventilationsaggregat	0	0.00
(3)Tappvarmvatten	27987	24.97	(8)Värmesystem	0	0.00
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	(9)Tappvarmvatten	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	(20)ÅTERVINNING VENTILATION	42668	38.06
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	(51)Värmeväxling	42668	38.06
(34)ELFÖRSÖRJNING	6301	5.62	(50)Återluft	0	0.00
(35)Värmepump	0	0.00	(26)PROCESSENERGI	47529	42.40
(14)Tilluftsfläktar	3437	3.07	(40)Verksamhetsenergi rumsluft	26907	24.00
(13)Frånluftsfläktar	2864	2.56	(41)Verksamhetsenergi extern	6874	6.13
(15)Cirk.pump värme	-0	-0.00	(39)Fastighetsenergi rumsluft	9820	8.76
(10)Cirk.pump solf.	0	0.00	(46)Fastighetsenergi extern	3928	3.50
(12)Cirk.pump kyla	0	0.00	(42)VENTILATIONSAGGREGAT	46469	41.45
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	(43)VÄRMESYSTEM	10404	9.28
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	(44)TAPPVARMVATTEN	27987	24.97
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00			
(5)Värmesystem	0	0.00			