

Version 4.1

Energieffektiva byggarbetsplatser

- Effektivisering av byggbodan



**LUNDS
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

**LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Byggnadsteknik / Bygg- och miljöteknologi**

Examensarbete:
Filip Elland
Andreas Fridolin

© Copyright Filip Elland, Andreas Fridolin

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2009

Sammanfattning

I dagsläget använder byggarbetsplatser en väldigt mängd energi vid byggnationer. Fokus ligger ofta på hur man kan bygga mer energisnåla hus men få tankar går till hur den stora energiåtgången som faktiskt finns på själva arbetsplatsen kan minskas. Av den energi som brukas på byggarbetsplatserna räknar man med att ca 70 % går till byggbodar och byggbelysning runt om i Sverige. Enligt beräkningarna i detta arbete brukar en standardbod 331 kWh/m², år medan kravet vid nybyggnation av bostäder ska ligga under 110 kWh/m², år enligt BBR. I elanvändningen ingår uppvärmning, energi för varmvatten och driftsel.

Detta examensarbete har utförts i samarbete med NCC Construction Sverige AB. NCC är en stor kund hos de olika uthyrarna av byggbodar idag och syftet med denna rapport är att visa potentialen att bygga mer energisnåla byggbodar samt vilka besparingar man kan göra med avseende på energibehovet och koldioxidutsläpp för NCC i byggverksamheten. NCC hyr idag bodar av bl.a. CRAMO, Ramirent och Tidermans. Dessa tre företag arbetar i dagsläget med att utveckla sitt sortiment och gör studier på hur de kan effektivisera energianvändningen i byggbodarna. CRAMO är idag dock den enda uthyraren som kan erbjuda en energisnål byggbod.

I denna rapport analyseras en rad åtgärder som kan tillämpas för att dra ner det i dagsläget stora energibehovet. Det största problemet med bodarna är att de är dåligt konstruerade, hela 80.4 % av energiförlusterna i boden är transmissionsförluster vilket går ut genom tak, väggar och golv. För att förbättra detta handlar en stor del av åtgärderna om att förbättra väggar, tak och golv genom att byta isolering, tilläggsisolera med tunn vakuumisolerings på insidan, applicering av värmeisolerande färg, byta fönster och dörr samt titta på regelavstånd. Även en installation av luft/luftvärmepump som NCC idag testat i Värmland med goda resultat har analyserats.

Resultatet av detta har varit att genom byte av isolering, tilläggsisolering av 25 mm tunn VIP isolering på golvet av boden, installation av luft/luftvärmepump samt applicering på insida och utsida av tak och väggar med värmeisolerande färg kan energibehovet minskas med 60 %, en besparing på hela 199 kWh/m², år vilket motsvarar 14.7 miljoner kronor för NCC per år. Genom att bara installera en luft/luftvärmepump och måla utsida och insida av tak och väggar med värmeisolerande färg kan besparingar på hela 44 % erhållas vilket är en lämplig lösning för NCC i dagsläget då de redan detta år ska starta 5 nya projekt där de beslutat att ha luft/luftvärmepumpar koppade till bodetableringen. Detta kan jämföras med att sätta in energifönster och nya boddörrar med bättre u-värde som enbart ger 8 % förbättring vilket är en relativt liten förbättring i förhållande till priset.

Abstract

The purpose of this report is to show how construction trailers can be more energy efficient. It also shows how NCC could cut their energy costs, and carbon dioxide emissions using construction trailers. This report was developed with NCC, a large-scale customer which hires many construction trailers. Building processes at today's construction sites use a lot of energy. The main focus when building houses is to make the houses more energy efficient, therefore, little thought goes into making the building sites energy efficient.

Out of all the energy spent on a building site in Sweden, 70% is spent on construction trailers and lighting. According to BBR, a new house must use less than 110 kWh/m² per year, while this report shows that a standard construction trailer uses 331 kWh/m² per year containing heating, hot water and operation energy. NCC rents their construction trailers from various companies such as CRAMO, Ramirent, and Tidermans. Currently these companies work on developing energy efficient trailers; however, CRAMO is the only company that can offer an energy efficient solution.

This report analyzes various measures that will make the trailers more energy efficient. Some of these measures include physical changes to the trailers themselves. However, one of the biggest energy consumption problems is the trailer's construction; moreover, they have a high u-value. To improve the trailers, changing insulation in walls, ceiling, and floor have been analyzed. Additional thin vacuum insulation panels (25 mm) on the inside have also been tested. Other examples include using isolation paint, changing windows/doors, and altering the distance between the bolts in the walls. Last but not least installation of air heating pumps that has had positive testing results made by NCC has been analyzed.

The result from incorporating all of these changes on construction trailers is reducing energy consumption by 60 %, a saving of 199 kWh/m², year. This means 14.7 million Swedish kronor a year saved. By using isolation paint on the inside, and outside of the walls, and ceilings, and installing air heating pumps, NCC has the ability to reduce energy consumption by 44 %. With NCC five new upcoming projects where they will connect these pumps to the construction trailer establishment this would be a great solution to just apply the isolation paint as well to considerably save energy, and reduce costs. A common solution of changing the windows and doors to more energy efficient parts only improves the energy requirement by 8 %. This reflects only a small change compared to the cost, and not nearly as large of a change from making the full improvements or using the pump with isolation paint.

Förord

Denna rapport är ett examensarbete utfört på Lunds Tekniska Högskola för programmet Byggteknik med Arkitektur på Campus Helsingborg.

Examensarbetet är först och främst skrivet för NCC Construction Sverige AB för att visa vilken potential det finns i att förbättra dagens byggbodar ur ett energibesparingsperspektiv. Under arbetets gång har vi haft kontakt med ett flertal personer som vi nu vill tacka för deras bidrag.

Vi vill tacka Christian Johansson och Susanne Svegerud på NCC för ert engagemang och vägledning under hela projektets gång.

Vi vill tacka de övriga involverade på NCC,
David Fritzon,
Anders Löqvist,
Jan-Ulrik Sjögren,
Bengt Strengbom,
Stefan Sunesson.

Vi vill även tacka de olika uthyrarna vi varit i kontakt med,
Jan Isgård på CRAMO,
Bertil Börjeson på Ramirent,
Johan Ehn på Tidermans.

Ett tack till Stefan Klang på Strusoft AB för lånelicensen av VIP+ som gjort det möjligt för oss att utföra dessa precisa energiberäkningar.

Tack till Berit Lönn på Thermogaia AB för dina beräkningar och informationen om färgen.

Ett tack till alla övriga inblandade i projektet som bidragit med information.

Sist men inte minst ett stort tack till Lars Sentler, vår examinator.

Helsingborg 2009

Filip Elland
Andreas Fridolin

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål	2
1.3 Avgränsningar	2
2 Metod	3
2.1 Arbetsgång	3
2.2 Simuleringar	3
3 Överblick av dagsläget	5
3.1 Material	6
3.2 U-värden och UA	7
3.3 Användning	7
3.4 VIP+ beräkning av standardbod	10
3.4.1 Indata	10
3.4.2 Resultat standard bod	11
4 Uthyrarna och NCC i dagsläget	13
4.1 Ramirent i dagsläget	13
4.1.1 Energibalansräkning Årsta IP, 9 moduler	13
4.1.1.1 <i>Egna kommentarer på beräkningar under 4.1.1</i>	14
4.2 Energibesparingsprojekt, Ramirent	15
4.2.1 Pågående projekt	15
4.2.2 Reglar CC 900	16
4.3 CRAMO i dagsläget	16
4.3.1 Egna kommentarer på beräkningar under 4.3	17
4.3.2 Åtgärder CRAMO rekommenderar	17
4.3.2.1 <i>Minska värmeförlustarean</i>	17
4.3.2.2 <i>Värmeåtervinning</i>	18
4.3.2.3 <i>Torkrum</i>	18
4.3.2.4 <i>Närvarostyrd belysning</i>	18
4.3.2.5 <i>Energiglas</i>	18
4.4 Energibesparingsprojekt, CRAMO	18
4.4.1 Projekt i dagsläget	18
4.4.1.1 <i>Egna kommentarer på projekt under 4.4.1</i>	19
4.4.2 Färdigställda projekt	19
4.4.3 Energiberäkning, CRAMO	20
4.4.3.1 <i>Egna kommentarer på beräkningar under 4.4.3</i>	20
4.5 Tidermans i dagsläget	20
4.6 NCC i dagsläget	21
4.6.1 Planerad kalkyl av bodar	21
4.7 Energibesparingsprojekt, NCC	21
4.7.1 Energienkät	21

4.7.2 Luft/Luft värmepumpar	22
5 CO₂ - emissioner.....	23
5.1 CO ₂ - emissioner, standardbod.....	23
6 Resultat - förslag på åtgärder	24
6.1 Bättre isolering	24
6.1.1 Mineralull	24
6.1.2 Polyuretan.....	25
6.1.3 Vacuum insulation panel	25
6.2 Thermogaia färg	26
6.3 CC 900	27
6.4 Luft/Luftvärmepump.....	28
6.5 Byte av fönster och dörrar.....	28
6.6 Energibesparing med åtgärder	29
6.7 Allmänna rekommendationer	32
7 Slutsats.....	33
8 Vidareutveckling av studien.....	35
9 Referenser	36

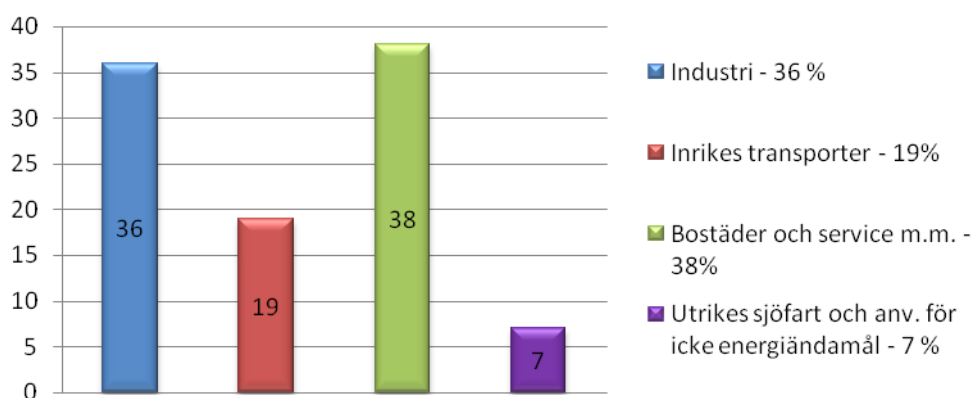
1 Inledning

Detta examensarbete avser att ge läsaren god förståelse för vilka möjliga åtgärder som kan vidtagas för att minska energiförlusterna från byggbodar idag och därigenom visa potentialen för energibesparingar.

1.1 Bakgrund

Dagligen ställs frågor om hur vårt energibehov påverkar jorden och dess ekosystem, de energikällor vi brukar samt hur vi tillsammans ska skapa en hållbar utveckling. Hos gemene man och hos företag föreligger ofta frågor om hur energibehovet kan minska, såväl ur ett ekonomiskt som miljömässigt perspektiv.

Bostadssektorn som avser elanvändning hos bostäder och service stod år 2007 för 38 % av 624 TWh som utgjorde Sveriges totala energianvändning det året (Energiläget i siffror, 2008). Med andra ord förbrukas en stor del av Sveriges energi på bostäder och arbete kring dem.

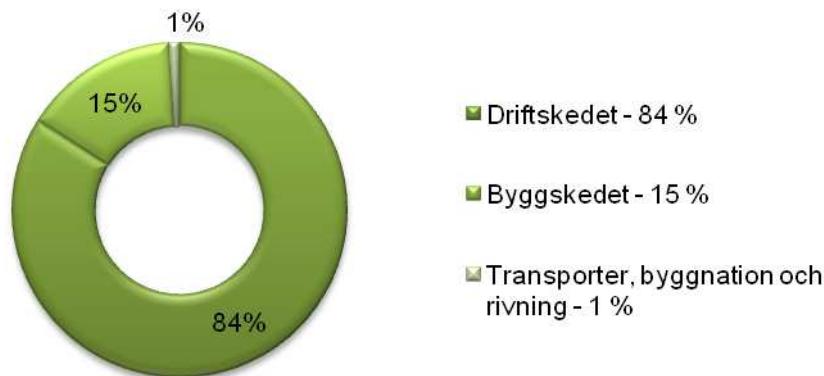


Total energianvändning 2007, procent.

Vid byggnation av bostäder förbrukas 15 % av den totala energianvändningen en bostad har under sin livscykel vid själva produktionen (Adalberth, 1995).

I dag förekommer mycket diskussioner om hur bostäder kan energieffektiviseras och genom vilka åtgärder. Byggnation av passivhus är en sådan typ av åtgärd för att bygga mer energisnålt. Få tankar går då åt själva produktionsskedet som faktiskt står för en stor del av energianvändningen. De 15 % som produktionen står för är en siffra som är analyserad sedan en tid tillbaka och utifrån vad som då ansågs vara standardbostäder. Idag byggs bättre isolerade bostäder exempelvis passivhus vilket bör betyda att de 15 % utgör en mycket högre andel av det totala energibehovet som bostaden förbrukar under hela sin livstid.

Energianvändning under livscykeln



Energianvändning under livscykeln, procent.

NCC är ett av Nordens ledande bygg- och fastighetsutvecklingsföretag. År 2007 omsatte de 58 Mdr SEK och antalet anställda var 21 000. Vid produktion och drift av byggnader och infrastruktur krävs en stor mängd energi som nämnts ovan och detta belastar miljön kraftigt. NCC strävar därför efter en hållbar utveckling för att främja framtida generationer och en av de etapper som finns i ledet är att minska energianvändningen under produktionsfasen. (NCC)

Utifrån tidigare studier framgår det att vid nyproduktion av flerbostadshus används ca 70 % av all elenergi till byggbelysning samt byggbodar (Hatami Valid, 2007). Detta innebär att det finns ett starkt motiv att förbättra just dessa delar i byggprocessen.

1.2 Syfte och mål

Detta examensarbete syftar till att utgöra ett underlag för att visa på vilka åtgärder som kan tillämpas på NCCs etablering av byggbodar för att effektivt dra ner energibehovet som idag förbrukas under produktionsfasen.

Tanken är att kunna påvisa potentialen i att förbättra byggbodarna genom att minska dess energiåtgång, vilka besparingar som kan göras rent energimässigt samt vilka besparingar avseende koldioxidemissioner som är möjliga att göra.

Vidare är ett av de personliga målen med examensarbetet även att lära sig energiberäkningsprogrammet VIP+.

1.3 Avgränsningar

Examensarbetet omfattar 22.5 högskolepoäng vilket motsvarar 15 veckors arbete. På grund av den begränsade tiden har vissa moment som avser produktion samt transport av etableringen tyvärr valts bort. Detta betyder att

examensarbetet kommer att visa vilka besparingar som kan göras när etableringen är genomförd och står på plats. Bodens mått får heller inte förändras, varken ytter- eller innemått.

Efterforskningar avseende vad som tidigare är gjort är avgränsat till uthyrningsfirmorna Ramirent, CRAMO, Tidermans samt NCC. Med detta menas tidigare projekt eller diskuterade projekt för att energieffektivisera byggbodarna på företagen.

I beräkningarna bortses energiåtgång för utrustning såsom datorer, bordslampor, kyl, frys, mikrovågsugn och dylikt.

I resultatet av de olika åtgärderna på boden granskas enbart åtgärder som kan minska uppvärmningselen. Vidare vad det gäller elanvändning granskas inte hur elen produceras och vi har avgränsat oss till Vattenfall eftersom NCC har avtal med dem.

2 Metod

I detta kapitel beskrivs hur rapporten genomförts.

2.1 Arbetsgång

Grunden till arbetet är hämtat hos de tre stora uthyrningsfirmor av byggbodar som NCC till största delen använder sig av idag, Cramo, Ramirent och Tidemans. Genom dessa firmor har information angående energiförbrukningen i bodarna samt vilka åtgärder som diskuteras i dagsläge för att kunna minska dagens förbrukningsnivå studerats. Detta för att få en realistisk bild av dagsläget och vad det arbetas kring. Vidare har information erhållits ifrån NCC AB från deras tidigare projekt.

All information har tagits emot i form av intervjuer, undersökningar och beräkningar företagen gjort samt allmän känd upplysning från deras hemsidor.

Efter att all information insamlats har olika modeller med åtgärder byggts upp i Strusofts program VIP+ för att ge en bild av vilka resultat dessa förändringar skulle bidra med i form av sparad energi och vidare genom handberäkningar visa koldioxidsutsläppens minskning. Dessa beräkningar har i sin tur lett oss fram till vilka olika kombinationer av åtgärder som gav de bästa resultaten i projektet.

2.2 Simuleringar

Vid simulering av bodarna har Structural Design Software in Europe AB (Strusoft) energiberäkningsprogrammet VIP+ använts. VIP+ är ett program

för beräkning av energibehov i alla typer av byggnader och verksamheter. Programmet är kontrollerat enligt IEA¹-BESTEST² och ASHRAE³-BESTEST

Programmet räknar dynamiskt med timvisa värden för att ge en korrekt simulering av byggnadens energitekniska tillämpning samt omväxlingar i driftförhållanden och klimat.

Vid beräkning av energiförbrukning i en byggnad tar programmet hänsyn till mätbara och kända delenergiflöden vilket innebär att inte någon del i energibalansen behöver uppskattas. Programmet använder två metoder vid beräkningar, värmelagring i byggnadsstommen och luftflöden i ventilationssystem och läckage.

VIP+ utnyttjar generella klimatfiler som erhålls från SMHI och tar hänsyn till temperatur, fuktighet, vind och solinstrålning. Beaktande tas även till hur byggnaden är placerad dvs. i vilket väderstreck och på vilken höjd byggnaden står. Detta för att beräkna hur mycket sol som träffar diverse ytor. Även mer lokala förhållanden kan anpassas i programmet.

För att göra en beräkning bygger användaren upp en modell av byggnaden eller lokalen med hjälp av de förprogrammerade elementen eller med hjälp av egendefinierade element efter behov samt definierar var ytorna befinner sig. Efter detta tar programmet hänsyn till det som nämndes ovan och även processenergi, personenergi och tappvarmvatten som beräknas i förhållande till golvyta och med avseende på driftfallets aktuella tidsintervall. Resultat redovisas sen efter vald period och kan visas per år, månad, dag och timme. (Strusoft AB)

¹ International Energy Agency

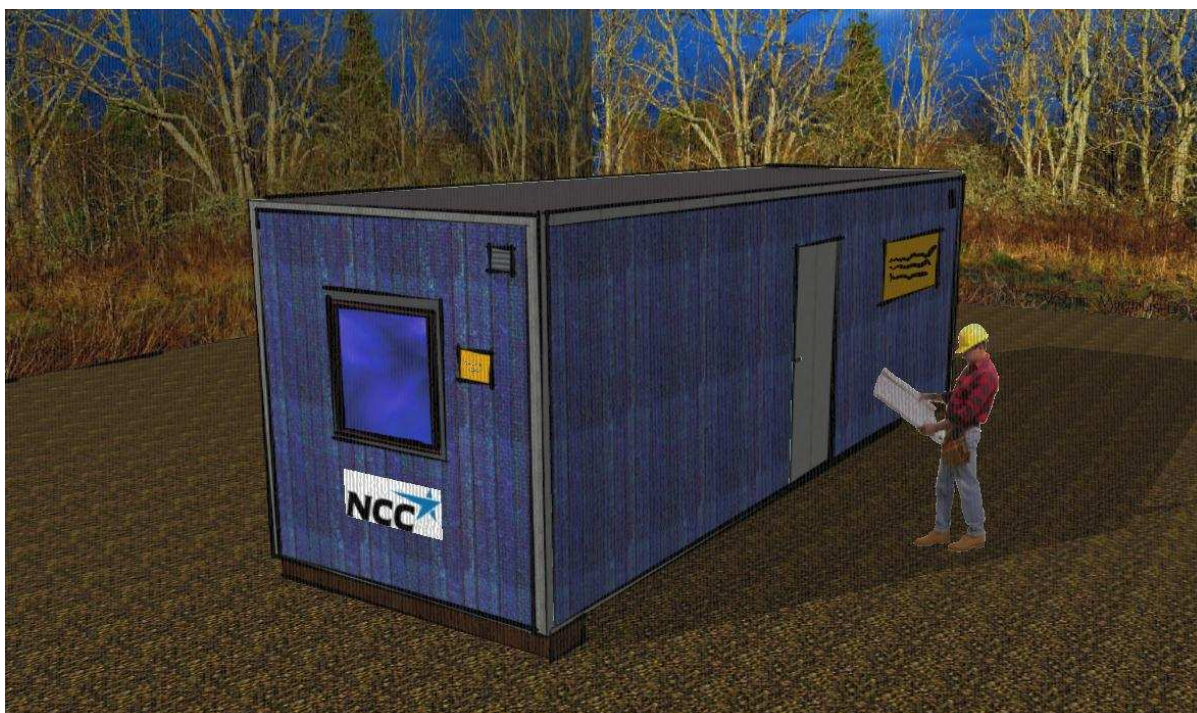
² Building Energy Simulation Test

³ The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

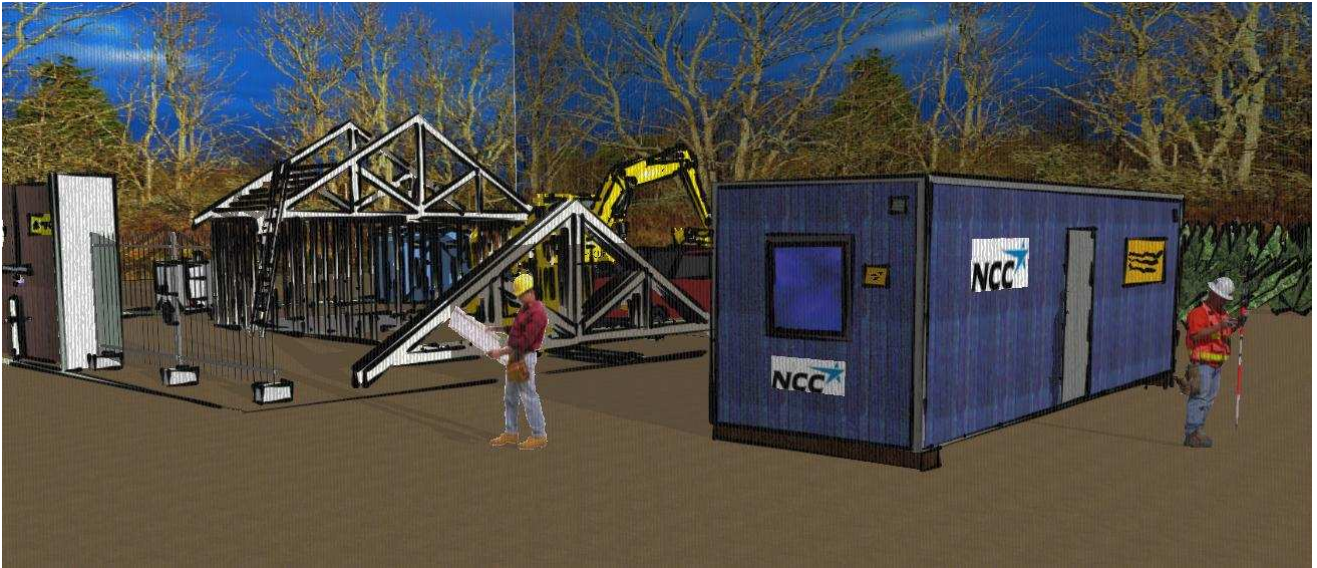
3 Överblick av dagsläget

I detta kapitel beskrivs hur en standardbod är utformad i dagsläget. Bland annat beskrivs vilka väggar, fönster, golv- och takbjälklag standardbodarna har idag. Vidare beskrivs hur personalen brukar bodarna. Dessa variabler används som indata för att göra en energianalys av standardboden i energiberäkningsprogrammet VIP+, och med hjälp av resultatet framgår det med tydlighet var energiförlusterna finns och hur stor en standardbods energiförbrukning är.

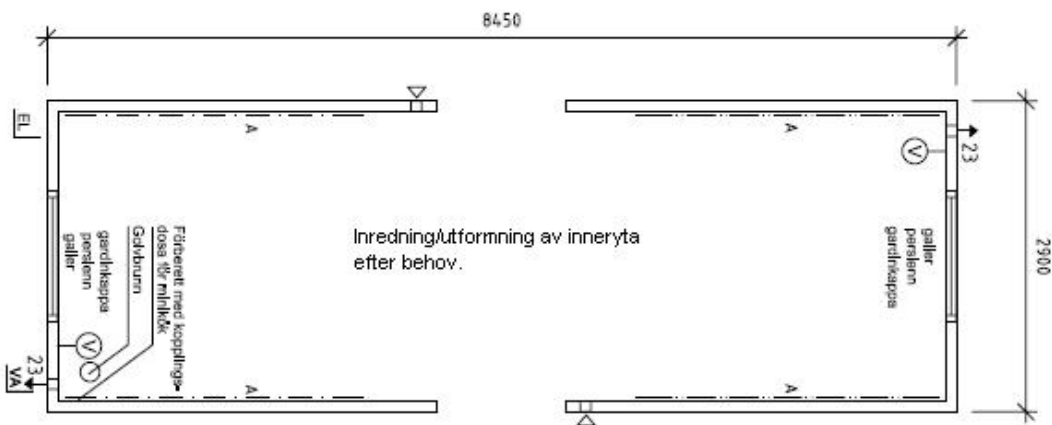
För att få en god överblick av hur standardboden ser ut idag visas två bilder nedan visualiserade i Google SketchUp samt hur en planlösning kan se ut. Notera att bilderna inte har att göra med beräkningarna i VIP+ och visas enbart för att ge en uppfattning om hur den tänkta boden ser ut.



Visualisering av en standardbod. Ritat i Google SketchUp



Visualisering av en arbetsplats. Ritat i Google SketchUp.



Standardbod planlösning (Ramirent hemsida. Hämtat 30 Mars 2009 från: http://www.ramirent.se/WebShopProducts/Documents/101380_produkblad.pdf)

3.1 Material

Jonny Jonasson⁴, ansvarig på modulsidan hos Ramirent AB beskriver bodens element utifrån och in nedan.

Tabell 1: Material standardbod

Yttervägg:	(mm)
Timmerskarvad panel	18
Vindpapp	-
Reglar/isolering cc 600 $\lambda^5 = 0.04$	95
Spontad spånskiva	12

⁴ Jonny Jonasson, tekniskt ansvarig på modulsidan Ramirent AB. Telefonintervju den 26 Mars 2009

⁵ Värmeledningsförmåga, lambda ($Wm^{-1} K^{-1}$)

Faner klarlackad björk 6

Golvbjälklag: (mm)

Spånskiva 9
Reglar/isolering cc 600 $\lambda = 0.04$ 145
Spånskiva 22
Plast 2

Takbjälklag: (mm)

Asfaltspapp 9
Spånskiva 12
Reglar/isolering cc 600 $\lambda = 0.04$ 145
Spontad spånskiva 13

3.2 U-värden och UA

Följande u-värden⁶ erhålls med ovanstående materialdata.

UA⁷ visas för att ge en uppfattning om hur stor betydelse varje element har för transmissionsförlusterna.

Tabell 2: U-värde och UA för standardbod

Element	U-värde	UA
Yttervägg:	0.411 W/m ² ,K	64,20 × 0.411 = 26.386 W/K (52.2%)
Golvbjälklag:	0.290 W/m ² ,K	24.65 × 0.290 = 7.148 W/K (14.1%)
Takbjälklag:	0.290 W/m ² ,K	24.65 × 0.290 = 7.148 W/K (14.1%)
Fönster:	2.2 W/m ² ,K	2.00 × 2.200 = 4.400 W/K (8.7%)
Ytterdörr:	2.5 W/m ² ,K	2.20 × 2.500 = 5.500 W/K (10.9%)
		Σ 50.583 W/K

3.3 Användning

Hur bodarna brukas av personalen är svårt att beskriva och analysera då det kan se väldigt olika ut på olika arbetsplatser. Vissa brukarmönster kan ändå ses återkommande och det är viktigt för den fortsatta undersökningen att

⁶ Värmemotstånd, materialskiktets isoleringsförmåga (m²·K·W⁻¹)

⁷ Värmemotstånd × Area (m²·K·W⁻¹A)

försöka göra en beskrivning av detta. För att försöka få en uppfattning om hur det fungerar på byggplatserna har ett antal personer med god erfarenhet av byggarbetsplatser intervjuats samt har en byggarbetsplats besökts, byggnation av ett äldreboende i Ängelholm.

Anders Löqvist⁸, platschef på NCC Construction Sverige AB berättar att de stora problemen med brukandet av bodarna är att personalen gör som de alltid har gjort. De öppnar fönster och dörrar när det blir för varmt, har på torkskåpen i onödan, skruvar upp temperaturen på radiatorerna och släcker inte efter sig när de går ut. Det blir en ond cirkel. Radiatorerna skruvas upp och detta i sin tur leder till dålig luft som gör att fönster och dörrar haspas upp varvid energiförbrukningen ökar.

David Fritzson⁹, entreprenadingenjör på NCC beskriver en annan viktig aspekt vilket är att luften ofta är relativt dålig i byggbodarna. För att motverka detta öppnar gärna personalen i bodarna för att vädra.

Vid besöket på byggarbetsplatsen Karlslunds vårdboende i Ängelholm uppdagades direkt ett antal energibovar, dessa nämns nedan:



Bodetablering framsida, Ängelholm. Fotograf Andreas Fridolin

⁸ Anders Löqvist. platschef NCC Construction Sverige AB. Möte den 24 Mars 2009

⁹ David Fritzson. Entreprenadingenjör NCC Construction Sverige AB. Möte den 24 Mars 2009



Bodetablering baksida, Angelholm. Fotograf Andreas Fridolin

- Öppna ytterdörrar även om ingen befann sig i närhet eller i bodarna.
- Radiatorer i 3 av 7 bodar stod skruvade på max 25°C.
- Solavskärmare nere på en mulen dag.
- Frånluftsfläktar på max även om ingen infann sig i bodarna.



Frånluftsfläkt på max. Fotograf Andreas Fridolin

- Torkskåp skruvat på snabbläge istället för ekonomiläge.



Torkskåp på snabbläge. Fotograf Andreas Fridolin

3.4 VIP+ beräkning av standardbod

3.4.1 Indata

Vid beräkningen av standardboden har följande indata används. Material enligt kap 3.1 med luftläckage på 1.6 l/s, m² på samtliga byggnadsdelar som är normvärde enligt VIP+ i en lokal. Fyra köldbryggor har analyserats, köldbryggan vid bodens ytterhörn och ut, runt dörrar och fönster, vid takets anslutning till vägg samt väggens anslutning till golvbjälklag. Bodens golv har uppskattats ligga 40 cm upphöjt från marken och för att inte få med markens värmemotstånd som VIP+ vill räkna med om man definierar golvet som golv så valdes att definiera golvet som en yttervägg mot norr dvs. en yttervägg utan solljus.



Bod upphöjd över mark. Fotograf Filip Elland

Boden är placerad i Göteborg, horisontalvinklar har uppskattats för att programmet inte ska tro att boden är placerad på en kulle med fri sikt åt alla

håll vilket är orimligt, 35 grader åt varje väderstreck. Med fri sikt menas att inget skymmer solen. Klimatzon Söder är Göteborg enligt BBR¹⁰. Vindhastighet 60% av klimatfil enligt Christian Johansson¹¹, projektledare på NCC.

Tre driftfall har definierats för boden. Dag arbete/belysning (12.00-15.00), dag belysning (07.00-12.00, 15.00-17.00) och natt (17.00-07.00). För driftfall dag arbete/belysning och dag belysning är innetemperaturen inställd på 22°C eftersom personalen som nämndes ovan gärna höjer temperaturen över 20°C. Driftfall natt är temperaturen inställd på 20°C. I alla driftfall är den högsta tillåtna temperatur ställd till 27°C vilket innebär att överstiger temperaturen 27°C vädras det för att sänka temperaturen. Tappvarmvattenförbrukningen på driftfall dag arbete/belysning är inställt till två duschar om dagen vilket ungefär motsvarar 670 W enligt Mats Dahlbom¹².

Med driftfall dag arbete/belysning menas att två av personalen befinner sig i boden och att belysning är på. Driftfall dag belysning innebär att bara belysning är på och ingen vistas i boden. Driftfall natt betyder att ingen vistas i boden och belysningen är släckt.

Vid driftfall arbete/belysning har det även räknats in personvärme från två arbetare som alstrar 150W vardera vilket är ett rimligt värde vid på och avklädnad. (Warfvinge, C. 2008)

Processenergi från lysrör har också inkluderats och uppskattas till fyra lysrör på 36W styck i två lampuppsättningar som är tända vid driftfall arbete/belysning och dag belysning.

Två frånluftsventiler med ett frånluftsflöde på 20 l/s har lagts in i boden, normalt flöde/person räknas till 10 l/s enligt BBR. Övrig tid är flödet ställt till 8.2 l/s dvs. 0.35 l/s,m², vilket är minimum i lokal enligt BBR.

3.4.2 Resultat standard bod

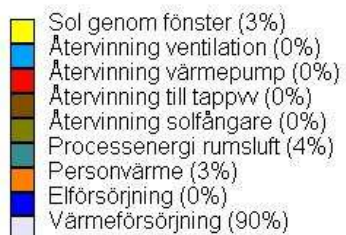
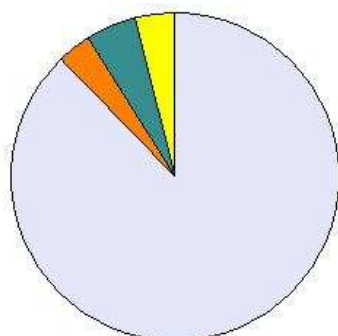
VIP+ beräknar energiåtgången på en standardbod enligt vår definition och indata ovan till 331 kWh/m²,år. Nedan redovisas två diagram på energibalansen.

¹⁰ Boverkets Bygg Regler

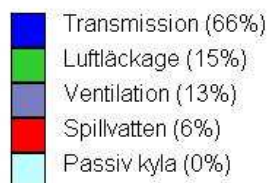
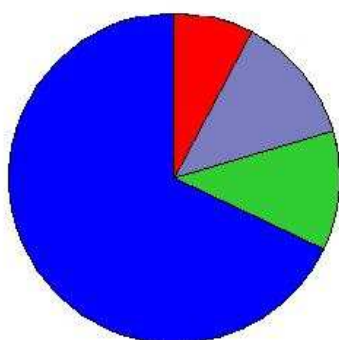
¹¹ Christian Johansson. Projektledare på NCC Teknik. E-mail till Filip Elland den 7 april 2009.

¹² Mats Dahlblom. Universitetsadjunkt Installations och klimatiseringslära på Lunds Tekniska Högskola. Möte den 1 April 2009.

Tillförd energi



Angiven energi



Energibalans standardbod

Av diagrammen framgår det att de största förlusterna är transmissionsförluster som har att göra med bodens dåliga uppbyggnad och u-värden.

Fullständigt resultat redovisas i bilaga 1.

4 Uthyrarna och NCC i dagsläget

I detta kapitel beskrivs de olika uthyrarna av byggbodar och hur deras byggbodar ser ut idag samt vilket sortiment de har att erbjuda. Vidare beskrivs om de har några utvecklingsprojekt igång med avseende på energibesparande åtgärder samt om de genomfört något eller några av utvecklingsprojekten.

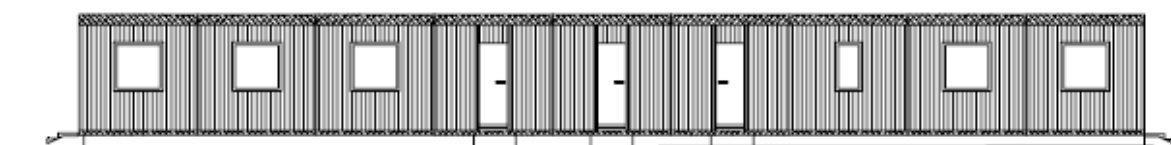
4.1 Ramirent i dagsläget

Ramirent har för närvarande inga bodar med framtagna energilösningar utan använder sig av standardtypen. Det vill säga en bod uppbyggd enligt materiallistan under kapitel 3.1. För att visa på energiförbrukningen hos sina standardbodar har de gjort en energianalys för en länga med bodar vilken beskrivs i nästa kapitel.

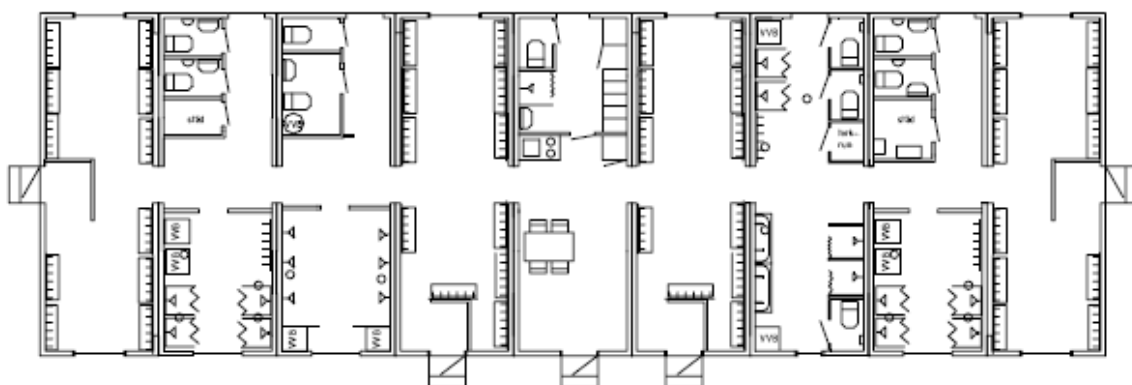
Vad det gäller utvecklingen av sitt sortiment har Ramirent ett projekt igång i samarbete med NCC där man testar installation av luft/luftvärmepumpar på sina bodar. Detta beskrivs under kapitel 4.2.1.

4.1.1 Energibalansräkning Årsta IP, 9 moduler

Ramirent har via arkitekt och ingenjörsföretaget Bjerking AB tagit fram en energibalansräkning av sina bodar vid en uppställning av 9 moduler i programmet VIP+. Bodarnas placering vid beräkningen var en uppställning i Stockholmstrakten av typen långsida mot långsida på marknivå. Total uppvärmningsyta på 211 m².



Omslutningsarea: 585,3 m²



Etablering av Årsta IP. Bild ur Fredrik Nordmarks arkiv.

Följande indata har används i uträkningen. Temperaturen i bodarna var satt till 20°C med ett uppvärmningssystem av elradiatorer och ett ventilationssystem med mekanisk frånluft med ett minflöde 0,35 l/s,m² som är på dygnet om. Frånluftsfläkten är inställd med en verkningsgrad på 60 % och ett tryck på 200 Pa. Vindhastighet 25 % av klimatdata. Köldbryggorna runt fönster/dörrar, ytterväggshörn, tak och golvbjälklag har hänsyn tagits med ett sammanlagt värde av 17,8 W/K . Utöver detta har även indata använt i form av att 20 personer vistas där dagligen i 3 timmar samt att torkskåpen med en effekt på 1,5kW varit igång under samma tid. (Fredrik Nordmark. 2008)

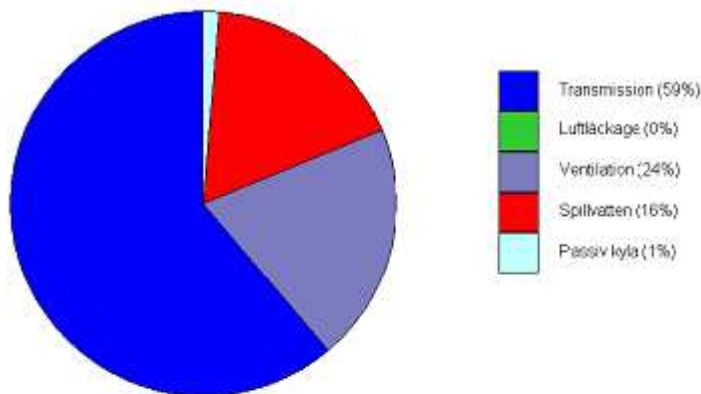
Medel u-värdet för bodarna är beräknat till 0.431 och luftläckaget från varje element är inställt på 0.8. Bodarna är inte heller upphöjda från mark utan är placerade direkt på marken vilket ger tillskottsvärme. (Fredrik Nordmark. 2008)

Enligt beräkningar antogs det att sidorna vars ytterväggytor var placerade mot varandra fungerade som en innervägg. Med all information nämnd ovan erhöles för denna uppställning 179kWh/m²,år samt ett u-medelvärde för bodarna om 0.431 W/m²K. Energibalans redovisas i diagram nedan. (Fredrik Nordmark. 2008)

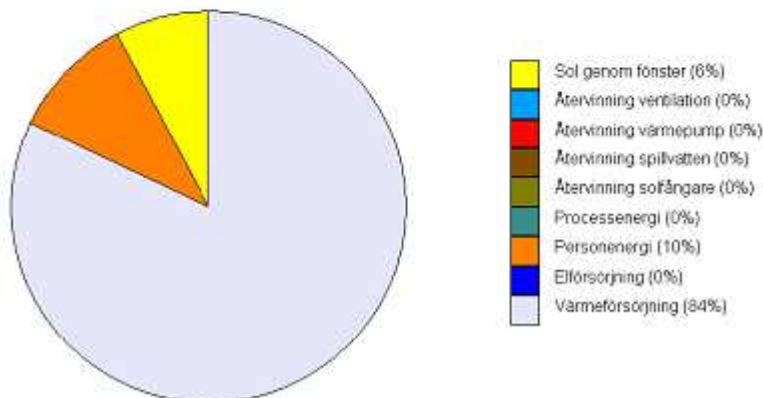
4.1.1.1 Egna kommentarer på beräkningar under 4.1.1

Bör kommenteras av indata som nämndes ovan till beräkningarna gjorda av ingenjörsföretaget Bjerking är att bodarna inte är upphöjda över mark vilket de i verkligheten är. Vad som även bör nämnas är att sidorna vars ytterväggytor är placerade emot varandra inte fungerar som innerväggar, där är oftast ett avstånd mellan dessa vilket ger upphov till ett större läckage av energi.

Energibalans - Avgiven



Energibalans - Tillförd



Energibalans. Bild ur Fredrik Nordmarks VIP+ beräkningsresultat av Årsta IP

4.2 Energibesparingsprojekt, Ramirent

4.2.1 Pågående projekt

Jan-Ulrik Sjögren¹³, teknisk specialist på NCC Teknik berättar att idag har Ramirent tillsammans med NCC ett pågående projekt i Hagfors i Värmland där man bygger om en skola. Sedan den 1 december 2008 pågår ett projekt där luft/luftvärmepumpar kopplade till bodarna testas. Kort kan luft/luftvärmepumpars funktion beskrivas såsom att man utnyttjar värmen som alltid finns i uteluften och värmer tilluften i bodarna med den värmen.

Vidare berättar Jan-Ulrik att etableringen har byggts upp av tre längor två som står på varandra samt en fritt stående. Alla tre har mätts separat där det kopplats en värmepump till vardera länga. Mätningarna har även utförts av hur mycket värmepumpen förbrukar enskilt. Vid projektet har en IVT Nordic Inverter med en effekt på 4,7 kW använts och dessa har enligt

¹³ Jan-Ulrik Sjögren. Teknisk specialist NCC Teknik. telefonintervju den 2 april 2009

energimyndigheten en årsvärmefaktor¹⁴ på 3.2 vid -7°C. Det vill säga att den avger 3.2 gånger så mycket värmeenergi som den tillförs över året i form av elenergi.

Jan-Ulrik vågar idag med säkerhet säga att under uppvärmningsmånaderna kan en energibesparing på **40 %** med en luft/luftvärmepump göras. Dock finns det en osäkerhet under årets varma månader då man gärna använder värmepumpen omvänt och kyler bodarna istället. Eftersom det inte gjorts tillräckligt med undersökningar på den fronten kan det med full säkerhet inte sägas hur mycket av den vunna besparingen som försvinner. Uppskattningsvis benämns att det drar ner ca 10 % av de vunna 40 %. Det vill säga att den totala besparingen man gör är **30 %**. En annan viktig sak att poängtera är även att luften förbättras vilket ger ett behagligare arbetsklimat. Luften blir bättre eftersom uppvärmningen sker med cirkulerad luft istället för den torra värmen från el-radiatorer.

4.2.2 Reglar CC 900

Jonny Jonasson¹⁵ berättar att Ramirent idag testat att bygga bodarna med ett utökat avstånd mellan reglarna för att minska elementets u-värde. Vid byggnation av ett antal nya bodar bygger de istället för gamla avståndet på 600 mm till 900 mm mellan reglarna.

4.3 CRAMO i dagsläget

CRAMO har idag kommit en bit på vägen emot mer energisnåla bodar, i deras utbud har de även en bod, P6000 som är en mer energieffektiv bod. P6000 har ett FTX-system, torkrum istället för torkskåp, närvarostyrd belysning och energiglasfönster. (CRAMO. hemsida)

CRAMO räknar idag med att en standardbod ur deras utbud drar mellan 7000-9000 kWh/år och bod vilket ger en energiåtgång på över 300 kWh/m²,år. I en energiberäkning CRAMO gjort fick de fram att deras standardbod drog 336 kWh/m²,år. Följande data har de använt:

- En bod
- Frånluftsfläkt på 20 l/s (20 % av årets timmar), inklusive ostyrd ventilation på 0.3
- 20 °C i lokalen
- 6 personer som genererar 120 W styck (3h/dag)
- Torkskåp på 1.5 kW där 10 % av värmen läcker ut i rummet(4h/dag)
- Boden är placerad i Göteborg
- Mikrovågsugn (1h/dag)

¹⁴ Förhållandet mellan tillförd elenergi och avgiven värmeenergi över ett år.

¹⁵ Jonny Jonasson, tekniskt ansvarig på modulsidan Ramirent AB. Telefonintervju den 26 Mars 2009

- Kylskåp
 - Tillskott från grund 0 kW dvs. boden är upphöjd från mark.
- (Åke Svensson. 2009)

4.3.1 Egna kommentarer på beräkningar under 4.3

Mikrovågsugn samt kylskåp som brukar el och till viss del ger värmestillskott skall inte finnas med i energiberäkningar.

4.3.2 Åtgärder CRAMO rekommenderar

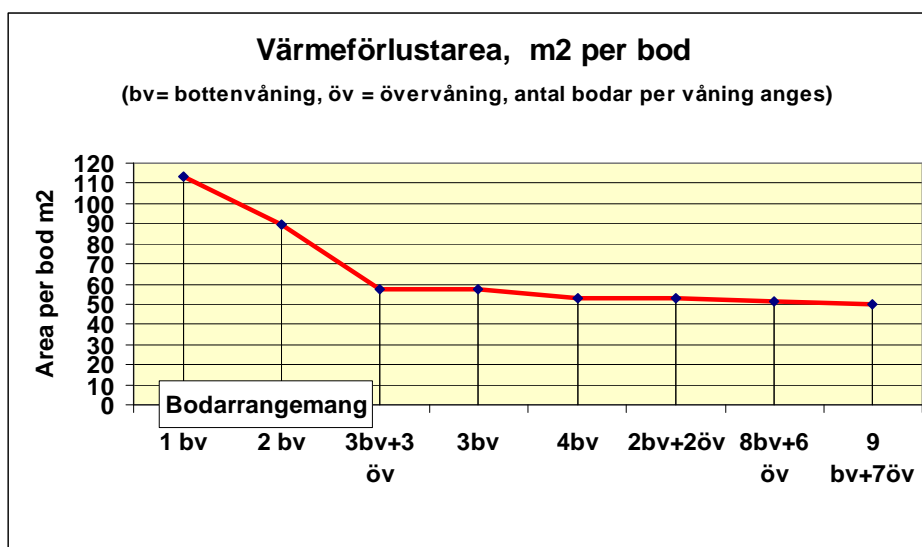
Som nämndes ovan har CRAMO ett utbud av mer energisnåla bodar. Nedan kommer en utredning CRAMO gjort och vad de rekommenderar för åtgärder i dagsläget för att energieffektivisera byggbodarna. Besparingarna är uppskattade av CRAMO.

4.3.2.1 Minska värmeförlustarean

Första åtgärden de rekommenderar är att minska värmeförlustarean dvs. arean utåt vilket minskar de stora transmissionsförlusterna. Detta kan göras genom att:

- ”Placera bodar i två plan
- Skivor i horisontella skarvar
- List med gummipackning i vertikala skarvar
- Takplåtar på alla skarvar på taket
- Skivor eller duk runt fontpartier på bodar och avslutning med grusfyllnad (torpargrund), eventuell markplast under” (Åke Svensson. 2009)

CRAMO anser att besparingar på 2500 kWh/år, bod kan göras om råden ovan följes. Det betyder en besparing på ca 102 kWh/m²,år. Etableringskostanden stiger dock uppskattningsvis med ca 3000 SEK per bod. (Åke Svensson. 2009)



Värmeförlustarean Bild ur Åke Svenssons arkiv

4.3.2.2 Värmeåtervinning

Insättning av FTX aggregat i bodarna istället för pax fläktar och fönstervädring anses ge en besparing på mellan 1000-1500 kWh/år, bod, 41-61 kWh/m², år. FTX aggregat ger även bättre luftkvalitet (Åke Svensson. 2009)

4.3.2.3 Torkrum

Insättning av torkutrymmen istället för torkskåp eftersom vanliga torkskåp ventilerar bort all värme. I torkrummet skall det finnas återvinning av frånluften från både dusch och torkskåp. Denna åtgärd ska ge en besparing på ca 500-800 kWh/år, bod, 20-32 kWh/m², år. (Åke Svensson. 2009)

4.3.2.4 Närvarostyrd belysning

Närvarostyrd belysning innebär att en rörelsesensor installeras som styr belysningen vilket betyder att om ingen vistas i lokalen så släcks lysrören med automatik. Med denna åtgärd görs även en besparing på lysrörets livslängd med ca 2-4 gånger det normala vilket även ger besparingar i underhållskostnader och mindre farlig avfall. Besparing på 100 kWh/år, bod, 4 kWh/m², år. (Åke Svensson. 2009)

4.3.2.5 Energiglas

Energiglasrutor med solreflekterande yta minskar även solinstrålningen på sommaren vilket reducerar kylbehovet. Denna åtgärd ska ge en besparing på 200 kWh/år, bod, 8 kWh/m², år. (Åke Svensson. 2009)

4.4 Energibesparingsprojekt, CRAMO

4.4.1 Projekt i dagsläget

CRAMO har förutom nämnda åtgärder under tidigare rubrik även tre ytterligare åtgärder de anser nämnvärda, dock har de inte gjort några fullständiga utredningar av dessa ännu.

- Det första avser en nattsänkning av temperaturen, från 20°C till 15°C, dock problem med hur det ska lösas.
- Förbättring av isoleringen genom att byta isoleringsmaterial till exempelvis skumplast eller polyuretan, detta skulle ge en förbättring på u-värdet från 0.4 till 0.2.
- Det sista projektet är ett projekt med värmepumpar, dock anser CRAMO att effekten av energibesparing försvinner eftersom värmepumparna används som kylmaskiner på sommaren. Servicebehovet anses även vara för stort. (Åke Svensson. 2009)

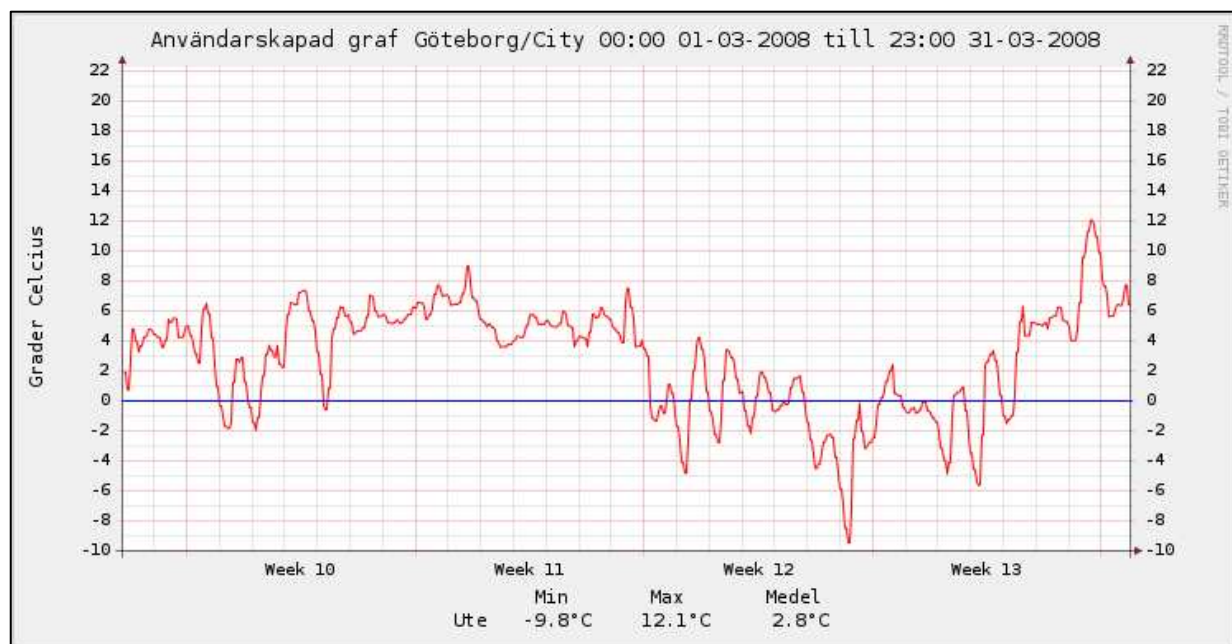
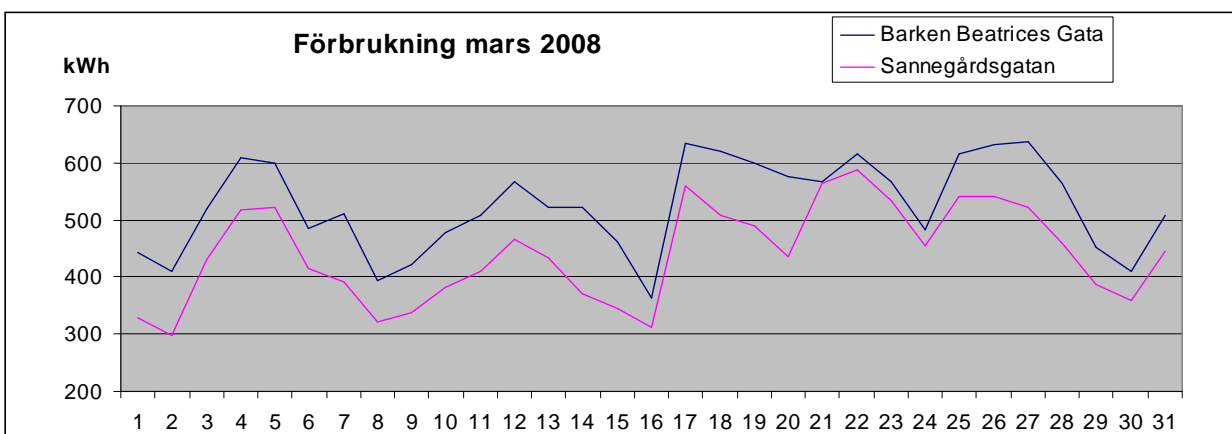
4.4.1.1 Egna kommentarer på projekt under 4.4.1

Temperatursänkningen skulle kunna lösas med hjälp av tidsstyrda termostat.

4.4.2 Färdigställda projekt

CRAMO har gjort en jämförelse mellan två projekt i Göteborg där energiförbrukningen på bodarna mättes upp:

- Barken Beatrices Gata – CRAMO Energibodar (474 m²)
- Sannegården – Standard uppställning av CRAMO standardbodar (294 m²)



Jämförelse energiförbrukning, mars 2008. Bild ur Åke Svenssons arkiv

Barken Beatrices Gata (474m ²)		Sannegårdsgatan (294m ²)	
Datum	Barken Beatrices Gata	Sannegårdsgatan	Diff/m ²
Mars/bod	818 kWh	1116 kWh	35%
Mars/m ² /dag	1,1 kWh	1,5 kWh	35%

Differens energiförbrukning, mars 2008 Bild ur Åke Svenssons arkiv

4.4.3 Energiberäkning, CRAMO

CRAMO har även gjort en energiberäkning på deras energibodar där de använt sig av 10 moduler som de byggt upp enligt deras energietablering i två plan. De åtgärder som satts in är följande:

- FTX aggregat (VL-100+ Airstar) med ett flöde på 280 l/s och en verkningsgrad på 70 % (på 50 % av tiden), ostyrd ventilation 0.3
- 3 torkrum på vardera 3 kW där 70 % av luften återvinns (4h/dag)
- Närvarostyrd belysning
- Nättsänkning från 20°C till 16°C (60 % av dygnet)
- Energiglas
- 60 personer som avger 120 W styck (3h/dag).
- Tillskott från grund på 2500 kW
- Mikrovågsugn (1h/dag)
- Kylskåp
- Boden är placerad i Göteborg
- Mellanväggar räknas som innerväggar

I denna uträkning kom de fram till att energibehovet var 140 kWh/m²,år. (Åke Svensson. 2009)

4.4.3.1 Egna kommentarer på beräkningar under 4.4.3

Tillskottet från grund är väldigt suspekt och en aning högt eftersom bodarna inte placeras direkt på marken utan att bodarna fortfarande är upphöjda över marken men att isolering placeras mellan mark och bod. Kylskåp och mikrovågsugn bör icke vara med i en energiberäkning som nämndes tidigare.

4.5 Tidermans i dagsläget

Johan Ehk¹⁶, ansvarig för energifrågor på Tidermans berättar att de idag inte har analyserat vilken energiförbrukning deras bodar har. De håller däremot på med diverse mätningar av sina bodar, men innan de är gjorda finns inga

¹⁶ Johan Ehk, ansvarig energifrågor på Tidermans AB. E-post till Filip Elland den 30 mars 2009

välbetänkta mätvärden. Parallellt med dessa mätningar görs ett antal utredningar på vad som kan förbättras. Intressant att titta på kan vara ventilation, troligen ersätta med luft/luft värmepump, belysningen, och reglera den. Även en analys av var energin förbrukas är väldigt intressant, exempelvis dela upp elnätet i olika områden som belysning, bodar och uppvärmning. Till exempel skulle en web styrning av elnätet för att grafiskt visa förbrukningen kunna användas.

4.6 NCC i dagsläget

Bengt Strengbom¹⁷, platschef på NCC Construction Sverige AB berättar att i dagsläget hyr NCC in nästan enbart standardbodarna från olika uthyrare. Men överväger att hyra in mer energisnåla bodar om det finns att tillgå men det är en fråga om ekonomi och om det är ekonomiskt försvarbart. Det finns även en annan faktor och det är om en mer energieffektiv bod skulle ge bidrag till en bättre arbetsmiljö, exempelvis bättre inomhusluft.

4.6.1 Planerad kalkyl av bodar

Bengt Strengbom berättar vidare att när NCC beräknar den preliminära kostnaden i projekteringsfasen räknar man med att bodarna drar mellan 300-700 kWh/månad. Därför brukar de använda sig av ett snitt på 500 kWh/månad dvs. 6000 kWh/år och bod, detta motsvarar 243 kWh/m², år. Exempelvis beräknas att en byggplats med 20 bodar drar 120 000 kWh om året. Enligt Bengt Strengbom är detta lågt räknat och det brukar ofta bli en högre energiförbrukning i verkligheten.

Christian Johansson¹⁸, projektledare på NCC berättar att de idag hyr in ca 3000 bodar om året på NCC i Sverige. Denna siffra använder NCC själva när de beräknar hur mycket totalt deras bodar kostar. Detta motsvarar efter våra uträkningar på vad standardbodarna idag drar en kostnad på ca 24.5 miljoner kronor räknat på 1 kr per kWh.

4.7 Energibesparingsprojekt, NCC

Under detta kapitel beskrivs NCCs energibesparingsprojekt som involverar byggbodarna.

4.7.1 Energienkät

För att utvecklas inom energifrågan på byggarbetsplatsen har en energienkät utformats som arbetsledningen på varje byggplats ska fylla i. Det handlar om att minska energianvändningen och miljöpåverkan men även förbättra arbetsmiljön för de anställda. NCC har tidigare främst fokuserat på slutprodukten men nu ligger tankarna även på själva produktionskedet. NCC

¹⁷ Bengt Strengbom, platschef på NCC Construction Sverige AB. Möte den 18 mars 2009.

¹⁸ Christian Johansson. Projektledare på NCC Teknik. E-mail till Andreas Fridolin den 1 Juni 2009.

Danmark har tidigare använt sig av en liknande mall med goda resultat.
(Christian Johansson, 2008)

Målet med energienkäten är att hitta var de största energibesparingarna kan göras, varav 9 av 24 frågor handlar om byggbodarna. Frågorna om byggbodarna rör följande punkter:

3. Görs det något för att minska energianvändningen för uppvärmning?

- Installerat luftvärmepump
- Nattsänkning av värme
- Dörrstängare
- Luftsluss
- Ingen åtgärd
- Annat

Om annat valts ovan:

4a. Används air conditioning-system?

- Ja Nej

4b. Används solavskärmning?

- Ja Nej Delvis

5. Är uppvärmda förrådsbodar isolerade?

- Ja Nej Delvis

6. Används närvarostyrning av belysning?

- Ja Nej Både och

7. Ställdes energikrav på bodarna vid hyrning?

- Ja Nej

8a. Används motorvärmare?

- Ja Nej Delvis

8b. Används styrning till motorvärmarna?

- Ja Nej Delvis

9. Stängs kontorsmaskiner av nattetid?

- Ja Nej Delvis

Frågor energienkät. Bild ur Christian Johanssons arkiv

4.7.2 Luft/Luft värmepumpar

Som beskrevs under kapitel 4.2.1 har NCC i samverkan med Ramirent ett pågående projekt. NCC avser att efter utvärderingen av resultatet från enkäten ovan ta ett steg vidare med avseende på energibesparingsåtgärder för byggbodar berättar Christian Johansson¹⁹, projektledare på NCC Teknik. Innan årets slut ska 5 byggprojekt startas där luft/luftvärmepumpar ska kopplas till bodetableringen.

¹⁹ Christian Johansson, projektledare på NCC Teknik. Möte den 3 april 2009.

5 CO₂ - emissioner

Susanne Svegerud²⁰, projektledare på NCC Teknik berättar att NCC idag har avtal med Vattenfall om att NCC ska köpa deras produktionsmix. NCC har valt att göra avgränsning till koldioxidutsläppen som härrör från driften av kraftverken. Med detta menas utsläpp som görs under drift av elproduktionen i kraftverken.

Vidare berättar Susanne att NCC har startat upp ett projekt där de ska göra ett så kallat Carbon Footprint över hela företaget, det vill säga beräkna hur mycket koldioxidemissioner företaget släpper ut. Projektet är relativt nystartat och koldioxidemissionerna som frigges av byggbodarna är en del i Carbon Footprintprojektet.

Vattenfall har gjort studier på den elen de sålt under föregående år 2008 och har kommit fram till att det släpps ut 1.5 gram CO₂ per kWh om man avgränsar sig till driften av kraftverk. (Vattenfall AB. Hämtad den 14 april 2009 från: <http://www.vattenfall.se/>. Elens ursprung)



Vattenfalls svenska elproduktionsmix 2008 (Vattenfalls hemsida. Hämtad 19 Maj 2009 från: http://www.vattenfall.se/www/vf_se/vf_se/518304omxva/518334vxrxv/502126bestx/500986infor/507475urspr/index.jsp)

5.1 CO₂ - emissioner, standardbod

Enligt bilaga 1 behöver standardboden **8155 kWh** per år för uppvärmning enligt Vattenfalls beräkningsprogram på deras hemsida motsvarar detta **7500 gram CO₂** per år och bod. Detta motsvarar **7700 gram CO₂ ekvivalenter** som är den totala mängd koldioxidemissioner som frigges. (Vattenfall AB. Hämtad den 5 Maj 2009 från: <http://www.vattenfall.se/>. Räkna ut din miljöpåverkan)

²⁰ Susanne Svegerud, projektledare NCC Teknik. E-mail till Andreas Fridolin den 3 April 2009.

6 Resultat - förslag på åtgärder

I detta kapitel presenteras förslag på de åtgärder som vi anser lämpade till förbättring av energiförbrukningen. För att visa på energibesparingarna med diverse åtgärder har vi utgått från vår standardbod. Energibesparingarna och koldioxidbesparingarna som görs presenteras under varje åtgärd. Analyserna har utförts med hjälp av simuleringar i VIP+ förutom i luft/luftvärmepumpfallet där Jan-Ulrik Sjögrens värde på 30 % nedräkning av uppvärmningsbehovet tillämpats. I slutet av detta kapitel redovisas även ett diagram från vilket det tydligt framgår hur stor påverkan varje enskild åtgärd har samt kombinationer av olika åtgärder. Slutligen berörs också några rekommendationer som bör vidtas på byggarbetsplatserna ur energisynpunkt.

6.1 Bättre isolering

Bodens väggar, tak- och golvbjälklag är idag väldigt tunna vilket leder till att största delen av energiförlusterna utgörs av transmissionsförluster som tydligt framgår i bilaga 1 för en standardbod.

För att förbättra detta skulle en bredare isolering vara ett förslag, men eftersom måtten på dagens bodar inte får bli större utvändigt eller mindre invändigt är den enda lösningen att byta ut den sämre isoleringen till en bättre berättar Jonny Jonasson²¹, ansvarig på modulsidan Ramirent AB.

Tre förslag beskrivs nedan, i de två första fallen handlar det om byte av isolering, den sistnämnda är en isolering som placeras på insidan av de befintliga elementen eftersom det är en väldigt tunn isoleringstyp som inte medför någon märkbar minskning av innermått.

6.1.1 Mineralull

Mineralull finns med många olika λ - värden, i detta fall rör det sig om att byta den befintliga mineralullen med ett λ på 0.04 till en mineralull på 0.036. Detta byte skulle ge följande resultat:

Tabell 3: Besparing mineralull

Åtgärd	Medel u-värde $W/m^2, K$	Energiförbrukning $kWh/m^2, år$	Besparing $kWh/m^2, år$	Besparing gram CO_2 ekvivalenter
STD	0.482	331	-	-
Mineralull	0.459 (-4.8 %)	321	10 (-3 %)	200 (-3.6 %)

²¹ Jonny Jonasson, tekniskt ansvarig på modulsidan Ramirent AB. Telefonintervju den 26 Mars 2009

6.1.2 Polyuretan

Byte av den befintliga mineralullen med ett λ på 0.04 till polyuretanisolering med ett λ på 0.028. Detta isoleringsbyte skulle ge följande resultat:

Tabell 4: Besparing polyuretan

Åtgärd	Medel u-värde $W/m^2, K$	Energiförbrukning $kWh/m^2, år$	Besparing $kWh/m^2, år$	Besparing gram CO_2 ekvivalenter
STD	0.482	331	-	-
Polyuretan	0.411 <i>(-14.7 %)</i>	299	32 <i>(-9.7 %)</i>	800 <i>(-10.4 %)</i>

6.1.3 Vacuum insulation panel

Vacuum insulation panel, VIP är en tunn isolering som finns i olika storlekar. VIP isoleringen är testad av Teknologisk Institut i Danmark under en 15 års period där de undersökt 5 olika VIP isoleringar av olika tillverkare i två omgångar. Genom dessa undersökningar har de påvisat att isoleringen fungerar som den ska och håller den isoleringsförmågan som utlovas. Priset ligger på ca 400 kr per m^2 för dessa paneler. Officiella rapporter finns att hämta på deras hemsida. (Teknologisk Institut. Hämtad den 10 april 2009 från: <http://www.teknologisk.dk/feha/>)

I vårt fall har vi valt en VIP isolering på 25 mm med ett λ -värde på 0.004 som fästs på insidan av boden. Infästning av denna isolering levererar följande resultat:

Tabell 5: Besparing Vacuum insulation panel

Åtgärd	Medel u-värde $W/m^2, K$	Energiförbrukning $kWh/m^2, år$	Besparing $kWh/m^2, år$	Besparing gram CO_2 ekvivalenter
STD	0.482	331	-	-
STD + VIP	0.242 <i>(-49.8 %)</i>	222	109 <i>(-32.9 %)</i>	2500 <i>(-32.5 %)</i>
Mineralull + VIP	0.240 <i>(-50.2 %)</i>	221	110 <i>(-33.2 %)</i>	2600 <i>(-33.8 %)</i>
Polyuretan + VIP	0.234 <i>(-51.5 %)</i>	218	113 <i>(-34.1 %)</i>	2600 <i>(-33.8 %)</i>

6.2 Thermogaia färg

Färgen har använts i Europa sedan 1997 och då framförallt i Tyskland men är i Sverige fortfarande en väldigt oanvänd produkt. Den är uppbyggd av keramiska kulor av storleken 10-120 µm som innehåller vakuum vilket leder värme extremt dåligt. Genom att applicera färgen på en väggytas insida reflekteras värmen tillbaka in i rummet och kan på detta vis sänka energiförbrukningen av uppvärmningen. På liknande sätt fungerar färgen när den appliceras på väggens utsida då den sommartid håller insidan sval genom att inte släppa igenom värmen. Eftersom värmen reflekteras tillbaka i rummet blir också den upplevda temperaturen högre vilket leder till att en temperatursänkning kan göras. (Thermogaia. Hämtad den 7 april 2009 från: www.thermogaia.se)

Thermofärgen fungerar även som ett fuktskydd då bindemedlet vid en fukthalt på över 55 % sväller och tätar utrymmena mellan vakuumkulorna och skapar då en tät yta som skyddar underliggande material mot fukten. Vid en fukthalt under 55 % öppnar sig istället bindemedlet och låter de underliggande materialen andas samt genom kapillärsugning dra ut eventuell överskottsfukt som finns bakom. På detta vis minskas fukt och mögel angrepp på de bakomliggande materialen. (Thermogaia. Hämtad den 7 april 2009 från: www.thermogaia.se)

Priser på färgen ligger mellan 50-75 kr/m² och uppfyller en rad standards, bl.a. DIN²² och EN²³ ISO²⁴ samt har hög motståndskraft mot brand och är brandskyddsklassad B1 (trä B2) Företaget ger även en garanti på 5 år som täcker urblekning, krackelering och energisparfunktion. (Thermogaia. Hämtad den 7 april 2009 från: www.thermogaia.se)

Berit Lönn²⁵ på Thermogaia AB har med hjälp av de materialdata som redovisas i tabell 1 gjort en u-värdesberäkning med applicering av färgen, detta redovisas i tabell 6 nedan.

²² Deutsche Industrie-Normen

²³ Engelskt språk

²⁴ International Organization for Standardization

²⁵ Berit Lönn, VD på Thermogaia AB. E-post till Filip Elland den 7 april 2009.

Tabell 6: U-värdesminskning med Thermogaiafärg

	Ursprungligt (W/m ² K)	Utsida (W/m ² K)	Insida (W/m ² K)	Utsida/Insida (W/m ² K)
Vägg	0.411	0.300 <i>(-27%)</i>	0.349 <i>(-15%)</i>	0.238 <i>(-42%)</i>
Tak	0.290	0.223 <i>(-23%)</i>	0.247 <i>(-15%)</i>	0.18 <i>(-38%)</i>

Med ändringar av u-värde enligt tabell 6 i VIP+ ger det följande resultat:

Tabell 7: Besparing med Thermogaiafärg

Åtgärd	Energiförbrukning kWh/m ² ,år	Besparing kWh/m ² ,år	Besparing gram CO ₂ ekvivalenter
STD	331	-	-
Måla utsida	285 (13)	46 <i>(-13.9 %)</i>	1100 <i>(-14.3 %)</i>
Måla insida	298 (14)	33 <i>(-10 %)</i>	800 <i>(-10.4 %)</i>
Måla ut och insida	266 (12)	65 <i>(-19.6 %)</i>	1500 <i>(-19.5 %)</i>

I VIP+ beräkning för tabell 7 sänks temperaturen dagtid (07-17) från 22°C till 20°C eftersom upplevd temperatur ökar enligt Thermogaia AB. Besparingen som görs av enbart temperatursänkningen redovisas inom parentes under energiförbrukning.

6.3 CC 900

Att ändra avståndet mellan reglarna som Ramirent AB har börjat göra ger följande resultat:

Tabell 8: Besparing vid ändring av cc-avstånd

Åtgärd	Medel u- värde W/m ² ,K	Energiförbrukning kWh/m ² ,år	Besparing kWh/m ² ,år	Besparing gram CO ₂ ekvivalenter
STD cc600	0.482	331	-	-
STD cc900	0.466	324	7 <i>(-2.1 %)</i>	200 <i>(-2.6 %)</i>

6.4 Luft/Luftvärmepump

Installation av luft/luftvärmepump till bodarna ger en besparing på 30 % av uppvärmningen enligt kapitel 3.6.1 vid användning av den värmepumpen. Eftersom detta är ett värde som är framtaget ur verkligheten använder vi detta värde istället för ett framtaget värde ur VIP+. En installation av luft/luftvärmepumpar skulle ge följande resultat:

Tabell 9: Energibesparing vid luft/luftvärmepumpinstallation

Åtgärd	Energiförbrukning $kWh/m^2, \text{år}$	Besparing $kWh/m^2, \text{år}$	Besparing gram CO_2 ekvivalenter
STD	331	-	-
Luft/luftvärmepump	232	99 <i>(-30 %)</i>	2300 <i>(-30 %)</i>

6.5 Byte av fönster och dörrar

Vid byte av fönster och dörrar med bättre u-värde skulle följande resultat uppnås:

Tabell 10: Energibesparing vid byte till lågenergifönster och dörrar

Åtgärd	Medel u- värde $W/m^2, K$	Energiförbrukning $kWh/m^2, \text{år}$	Besparing $kWh/m^2, \text{år}$	Besparing gram CO_2 ekvivalenter
STD	0.482	331	-	-
Byte fönster	0.461	320	11 <i>(-3.3 %)</i>	300 <i>(-3.9 %)</i>
Byte dörr	0.457	316	15 <i>(-4.5 %)</i>	400 <i>(-5.2 %)</i>
Byte fönster/dörr	0.437	305	26 <i>(-7.9 %)</i>	600 <i>(-7.8 %)</i>

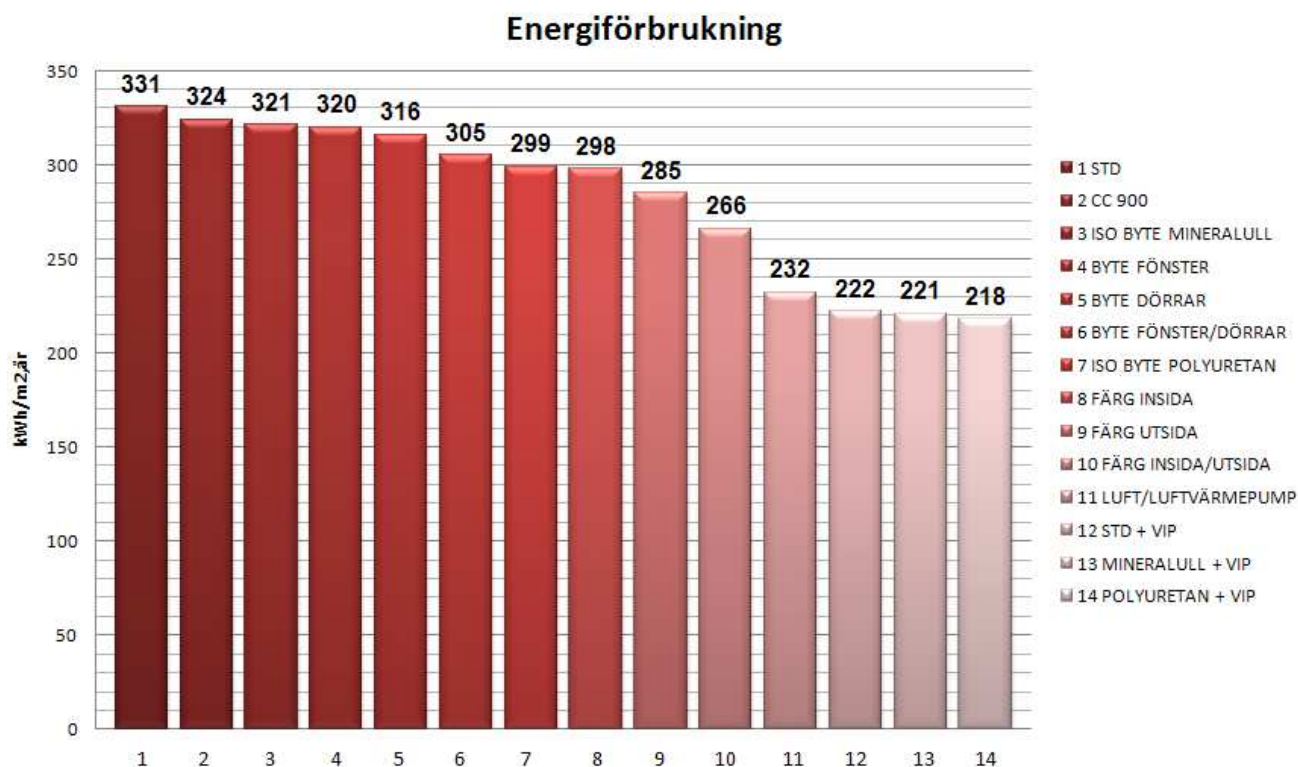
I dessa VIP+ beräkningar ovan har vi använt oss av lågenergifönster med ett u-värde inklusive karmen på 1.0 och dörren på 1.2.

6.6 Energibesparing med åtgärder

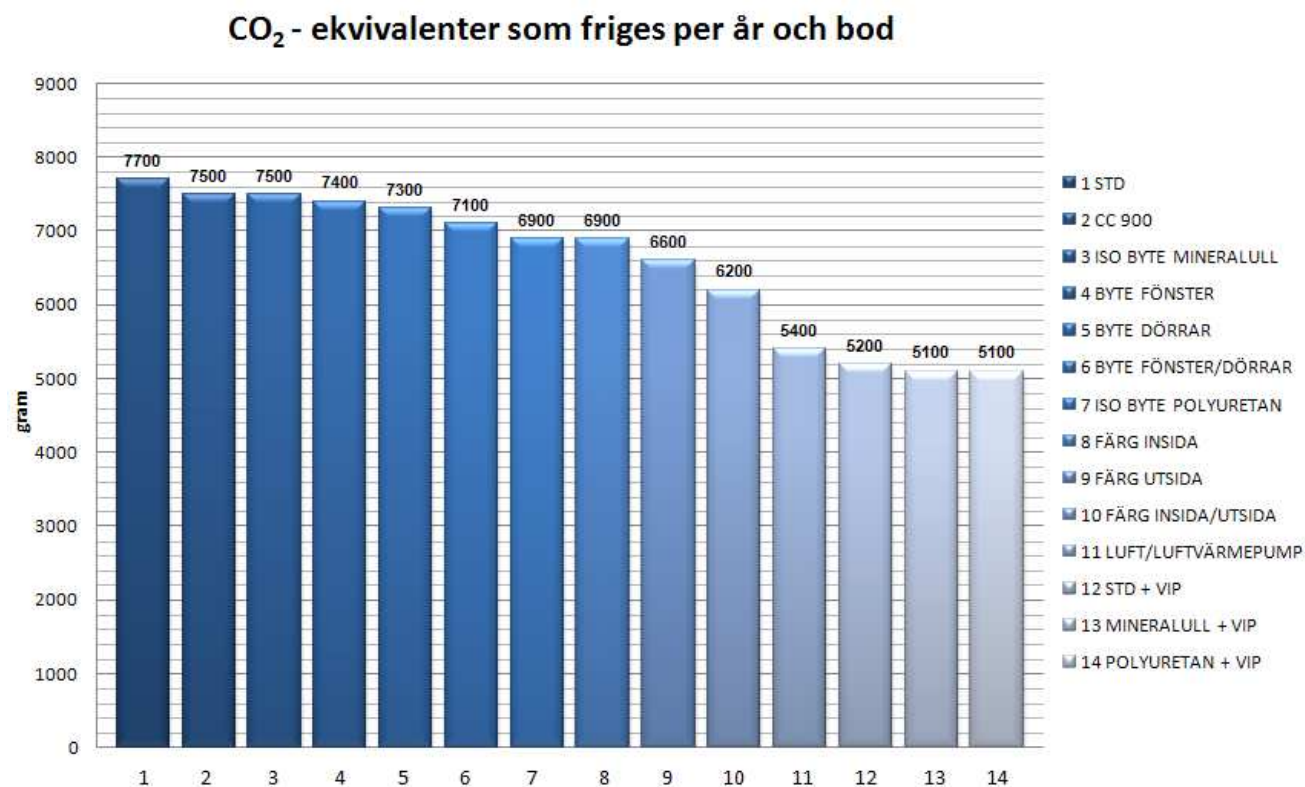
Nedan redovisas en sammanställning av hur mycket de olika åtgärderna minskar energibehovet se tabell 11. Av tabell 13 framgår också vad olika kombinationer av åtgärder medför i minskning.

Tabell 12 och 14 redovisar minskningen av koldioxidemissioner som friges med de olika åtgärderna.

Tabell 11. Energianvändning efter åtgärder

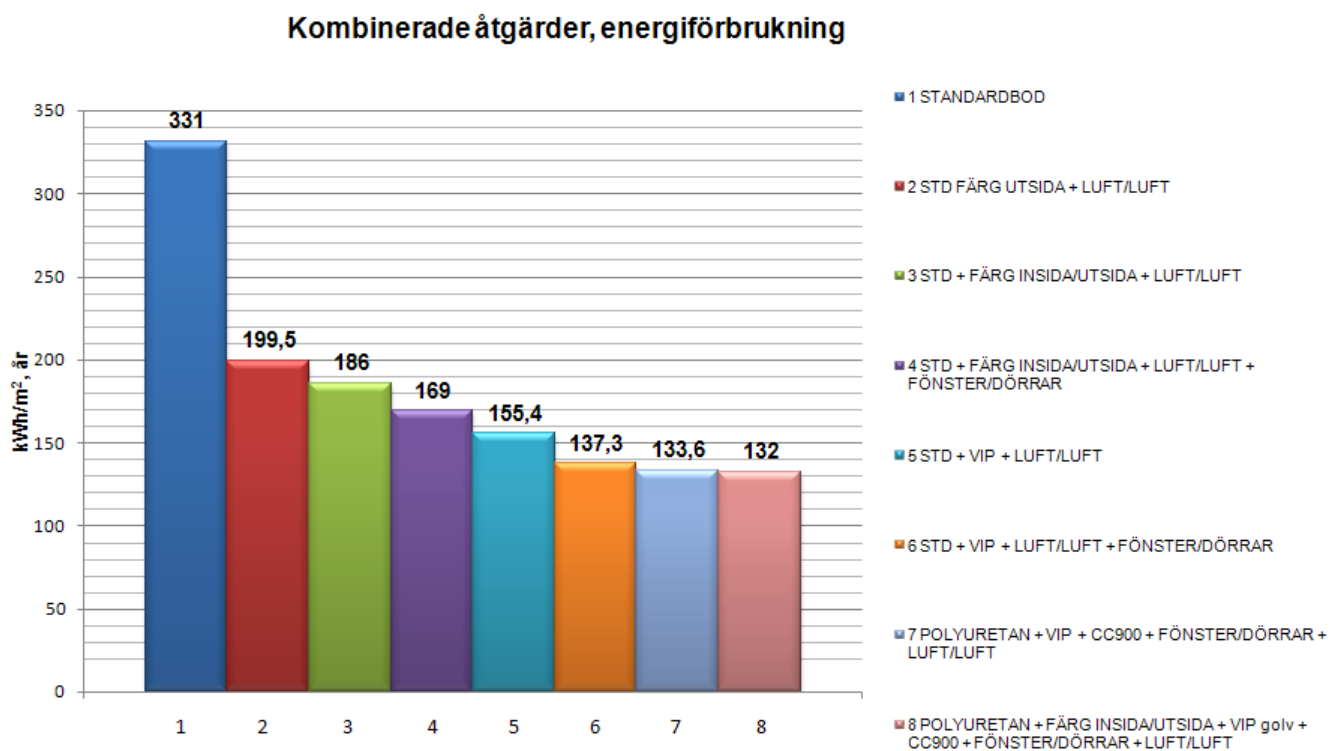


Tabell 12. Koldioxidutsläpp efter åtgärder per år

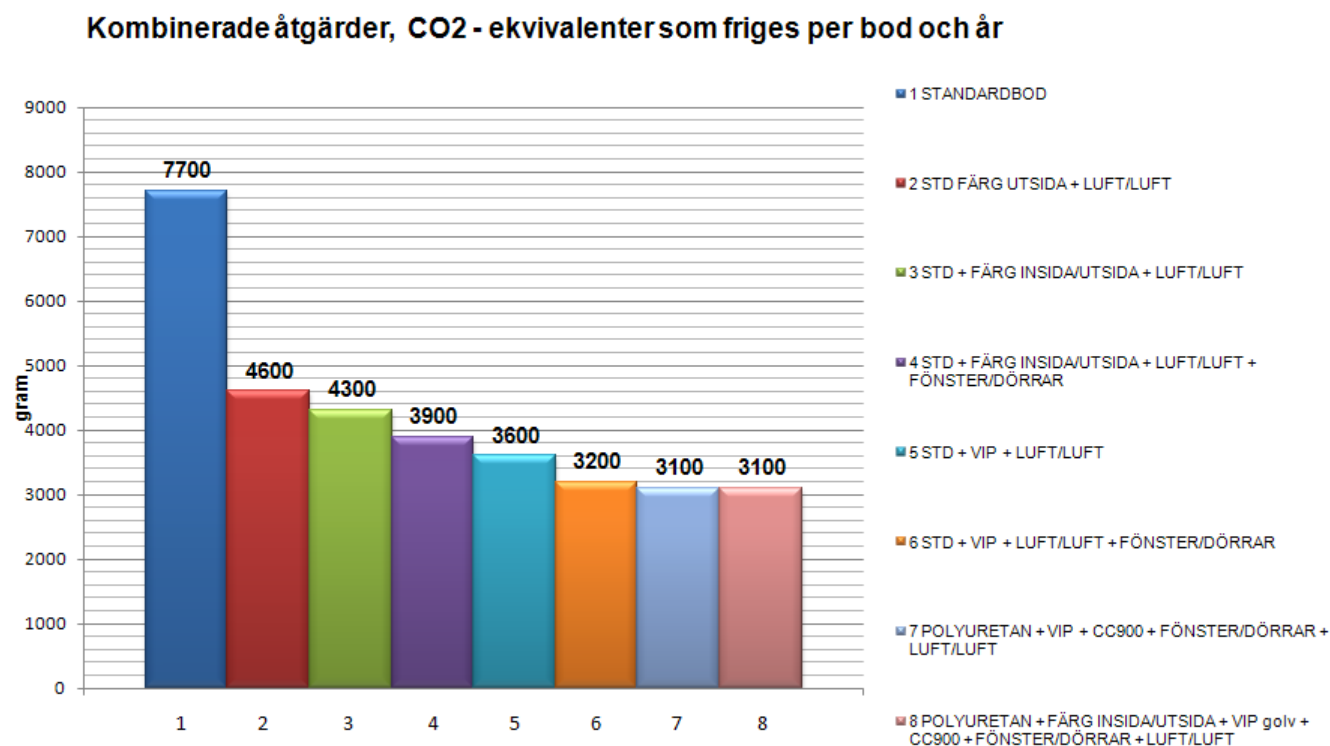


Förklaring av tabell 11 och 12, se bilaga 2.

Tabell 13. Kombinerade åtgärder, energibehov



Tabell 14. Kombinerade åtgärder, koldioxidutsläpp



Förklaring av tabell 13 och 14, se bilaga 3.

6.7 Allmänna rekommendationer

Här ges ett antal rekommendationer som är enkla att tillämpa och som kan medföra relativt betydande energibesparingar. Dessa rekommendationer bidrar väsentligt till energiåtgången på bodarna och bör ses som regler för hur boden skall brukas av personalen. Dessa punkter har iakttagits efter besök och samtal på byggarbetsplatser gjorda under studien. Dessa rekommendationer kan exempelvis sitta som en punktlista för att påminna personalen i bodarna.

- Inte skruva upp termostat på radiatorer högre än 20°C.
- Uppmana personalen att alltid stänga ytterdörrarna efter sig.
- Inte haspa upp fönstren i onödan.
- Släcka belysning när ingen vistas i lokalen.
- Om det finns energisparfunktion på torkskåp bör det användas.
- Se till att dörren till torkskåpen är stängd vid användning.
- Stäng av elektronisk utrustning då den inte används, såsom datorer, kaffebryggare och dylikt.

7 Slutsats

Bodarnas största energiförluster är via transmission vilket tydligt framgår av bilaga 1. Av tabell 2 framgår det av UA- procentsatserna att väggarna, taket och golvet har störst inverkan på bodens u-värde och därför bör dessa element granskas vidare. Utifrån detta bör det sökas bättre lösningar av dagens dåliga boduppbbyggnad. Sammanlagt står dessa parametrar för 80.4 % av transmissionsförlusterna.

NCC som är stora kunder hos uthyrningsfirmorna bör ställa krav på mer energisnåla bodar och efter resultatet vi fått fram med olika kombinationer framgår det tydligt att en potential finns i att förändra och förbättra bodarna. En del av de åtgärder som tagits fram och analyserats kräver dock att uthyrarna förändrar sina bodar medans det finns några alternativ NCC själva kan tillämpa. NCC kan exempelvis själva koppla in luft/luftvärmepump och måla bodarna med Thermogaiafärg.

Efter analyserna av de olika åtgärderna gjorda i VIP+ framkommer det en del olika lösningar som relativt enkelt kan tillämpas på dagens byggbodar. Den bästa lösningen är kombination 8, se tabell 13. Kombination 8 drar kraftigt ner byggbodens energibehov och koldioxidutsläpp med en besparing på hela 60 % vilket är en besparing på 4905 kWh om året per bod och 4600 gram CO₂ ekvivalenter. Detta motsvarar en besparing på ca 14.7 miljoner kronor per år snabbt omvandlat för NCC. Denna lösning är dock lite av en framtidslösning med många återgärder och den mest realistiska lösningen att börja med anser vi vara kombination 2,3 eller 5.

Kombination 2 och 3 innebär att bodarna målas med Thermogaiafärg samt att luft/luftvärmepump installeras. Eftersom NCC har projekt som ska startas upp inom en snar framtid med just luft/luftvärmepumpar så är en väldigt enkel lösning att även måla bodarna vilket inte skulle vara en stor merkostnad i koppling till energibesparingarna som skulle kunna göras. Åtgärd 2 och 3 ger besparingar på 40 % respektive 44 %. Detta motsvarar en besparing på ca 9.7 resp. 10.8 miljoner kronor per år. Om endast utsidan målas kan en besparing på 14 % göras och om man målar båda ute och inne blir det 19 %. Detta är utöver luft/luftvärmepumpen. I jämförelse med att byta till lågenergifönster och bättre dörrar som sammanlagt ger en minskning på 8 % är färgen ett mycket bättre alternativ eftersom det dels ger en större minskning samt till ett billigare pris.

VIP isolering är också en åtgärd, kombination 5 som definitivt bör ses över eftersom det gör en väldigt skillnad på bodens från början väldigt dåliga u-

värde. Med bara en insättning av VIP isolering ger det en besparing på 33 % utöver luft/luftvärmepumpen.

8 Vidareutveckling av studien

Framöver skulle en fördjupning av studien kunna utföras genom att titta på realistiska byggplatser där det sker en mätning av exakt hur mycket bodarna förbrukar vid de olika förslagna åtgärderna. Då hade det varit möjligt att se mer exakt på hur mycket de olika åtgärderna skulle kunna ge i besparingar.

Det finns även en möjlighet att utveckla studien genom att kolla på ett helhetsperspektiv där kostnad beräknas i förhållande till energianvändning, koldioxidutsläpp och livslängd på bodarna med de olika åtgärderna analyserade i denna rapport. Även den totala kostnaden för nya mer energisnåla bodar med installerade åtgärder för att överväga att bygga egna.

I denna rapport har bara åtgärder varpå uppvärmningselen granskas på en bod. Vad som även kan vara intressant är att kolla på tappvattenförbrukningen med snålspolare och dylikt, även att se på hela bodetableringar och åtgärder man kan göra på en hel etablering, exempelvis isolera skarvar, under, mellan bodarna och även omslutningsytorna.

9 Referenser

Litteratur

Statens Energimyndighet. Energiläget i siffror 2008

Adalberth Karin. Bygga Bruka Riva. Lund. 1995. Lund. Grahns boktryck.

Warfvinge, Catarina. Installationsteknik AK för V. Lund. 2007 [1994].
Upplaga 3:2. Tabell 1.2. Lund. KFS i Lund AB.

Avhandling

Hatami, Valid. "Kartläggning av energianvändning under byggfasen vid nyproduktion av flerbostadshus". Diss 2007, Uppsala Universitet.

Internet

NCC AB. 3 April 2009. <www.ncc.se>

CRAMO AB. 28 Mars 2009. <www.cramo.se>

Thermogaia AB. 7 April 2009. <www.thermogaia.se>

Teknologisk Institut. 10 April 2009. <<http://www.teknologisk.dk/feha/>>

Vattenfall AB. 14 April 2009. <www.vattenfall.se>

Muntliga källor

Jonny Jonasson, tekniskt ansvarig modulsidan Ramirent AB [09.03.26]

Bengt Strengbom, platschef NCC Construction Sverige AB [09.03.24]

David Fritzson, entreprenadingenjör NCC Construction Sverige AB
[09.03.24]

Jan-Ulrik Sjögren, teknisk specialist NCC Teknik [09.04.02]

Johan Ehk, ansvarig energifrågor Tidermans AB [09.03.30]

Mats Dahlblom, Universitetsadjunkt Installations och klimatiseringslära LTH
[09.04.01]

Berit Lönn, VD Thermogaia AB [09.04.07]

Christian Johansson, projektledare NCC Teknik [09.04.07]

Anders Löqvist, platschef NCC Construction Sverige AB [09.04.18]

Susanne Svegerud, projektledare NCC Teknik [09.04.03]

Otryck material

Nordmarks, Fredrik (2008). Bjerking AB arkiv – uppdragsnr 21990.
Opublicerat manuskript. Uppsala.

Svensson, Åke (2009). CRAMO AB arkiv – Cramos Nya ”Energibodar” PK2000 och P6000. Opublicerat manuskript. Kista.

Johansson, Christian (2008). NCC Teknik intranät – Energienkät för byggarbetsplatser. Opublicerat manuskript. Göteborg.

Bilaga 1

1 (5)

Standard bod 2.0

VIP+ 5.2.100 BETA © Structural Design Software in Europe AB 2007

Projekt: Standard Bod Datum: 2009-04-07
 Beskrivning:
 Utfört av:
 Projektfil: C:\Documents and Settings\FSC\Skribbord\Exjobb\Standard bod 2.0.VIP Sign:
 Företag:

INDATA

Allmänt

Beräkningsdatum	2009-04-14 (23:00:02)
Beräkningsperiod - Dag	1 - 365
Klimatdata	GÖTEBORG
Latitud	57.8 grader
Klimatzon BBR12	SÖDER
Solreflektion från mark	25.00 %
Vindhastighet	60.00 % av klimatdata
Lufttryck	1000 hPa
Horisontvinkel mot markplan	S:35 SV:35 V:35 NV:35 N:35 NO:35 O:35 SO:35 °
Formfaktor för vindtryck	S:-0.60 SV:0.70 V:0.70 NV:0.70 N:-0.60 NO:-0.60 O:-0.50 SO:-0.60 TAK:0.00
Vridning av byggnad	0 °
Verksamhetstyp	Ej Bostad
Ventilationsvolym	0.0 [m³]
Uppvärmd bruksarea enl SS021052	24.6 [m²]
Markegenskap Värmeledningstal: Lera, dränerad sand , dränerat grus.	1.4 [W/m²K]

Aktuellt Hus

Bygghelstyper 1-dimensionella - Katalog

Bygghelstyp	Material Från utsida till insida	Skikt- tjocklek m	Värme- ledningstal W/m²°C	Densitet kg/m³	Värme- kapacitet J/kg°C	U-värde W/m²°C	Delta- U-värde W/m²°C	Luftläck. q50 l/s,m²
Bodvägg	TRÅ-14	0.018	0.140	500	2300	0.411	0.000	1.60
	PLAST2	0.002	0.500	1400	1000			
	Bodreglar	0.095	0.047	84	950			
	SPÅNSKIVA	0.012	0.140	600	2300			
Bodtak	Björkfaner	0.006	0.140	500	1500			
	ASFALT	0.009	0.180	1300	920	0.290	0.000	1.60
	SPÅNSKIVA	0.012	0.140	600	2300			
	Reglartak	0.145	0.047	84	949			
GOLVbod	SPÅNSKIVA	0.013	0.140	600	2300			
	SPÅNSKIVA	0.009	0.140	600	2300	0.290	0.000	1.60
	Bodgolv	0.145	0.047	84	949			
	SPÅNSKIVA	0.022	0.140	600	2300			
	PLAST2	0.002	0.500	1400	1000			

Bygghelstyper 2-dimensionella - Katalog

Bygghelstyp	Ekv.- skikt- tjocklek m	Värme- ledningstal W/m²°C	Densitet kg/m³	Värme- kapacitet J/kg°C	Psi- värde W/m	Bredd m	U-värde W/m²°C	Luftläck. q50 l/s,m²
BODHÖRN	0.00	0.000	0.0	0	0.094	0.400	0.355	1.60
Fönster/dörr	0.00	0.000	0.0	0	0.094	0.400	0.355	1.60
Tak	0.00	0.000	0.0	0	0.094	0.400	0.355	1.60
Golv	0.00	0.000	0.0	0	0.094	0.400	0.355	1.60

Standard bod 2.0

VIP+ 5.2.100 BETA © Structural Design Software in Europe AB 2007

2 (5)

Projekt: Standard Bod

Datum: 2009-04-07

Beskrivning:

Utfört av:

Sign:

Projektfil: C:\Documents and Settings\FSC\Skribbord\Exjobb\Standard bod 2.0.VIP

Företag:

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

Benämning	Bygghedelstyp	Orientering	Mängd Area m ² Längd m Antal st	Sol- absorb- tion %	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angräns- ande temp °C	Andel av effekt- behov %	U-värde med D-U W/m ² °C	Psi-värde W/m ² °C
Bodvägg	VÄSTER	VÄSTER	23.3m ²	70.0	0.0	3.0		0	0.411	
Bodvägg	ÖSTER	ÖSTER	25.5m ²	70.0	0.0	3.0		0	0.411	
Bodvägg	NORR	NORR	7.7m ²	70.0	0.0	3.0		0	0.411	
Bodvägg	SÖDER	SÖDER	7.7m ²	70.0	0.0	3.0		0	0.411	
Bodtak	TAK	TAK	24.6m ²	90.0	3.0	3.0		0	0.290	
GOLVbod	NORR	NORR	24.6m ²	0.0	3.0	3.0		0	0.290	
BODHÖRN	VÄSTER	VÄSTER	4.8m	70.0	0.0	0.0		0		0.094
Fönster/dörr	VÄSTER	VÄSTER	14.4m	70.0	1.0	2.0		0		0.094
Tak	VÄSTER	VÄSTER	22.8m	70.0	3.0	3.0		0		0.094
Golv	VÄSTER	VÄSTER	22.8m	70.0	0.0	0.0		0		0.094

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

Benämning	Bygghedelstyp	Orientering	Area m ²	Glas- andel %	Sol- transm. Total %	Sol transm. Direkt %	U-värde W/m ² °C	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Luftläck. q50 l/s,m ²	Sol- skydd
3 GLAS NORMAL	SÖDER	SÖDER	1.0	80	60	48	2.20	1.0	3.0	1.60	
3 GLAS NORMAL	NORR	NORR	1.0	80	60	48	2.20	1.0	3.0	1.60	
VENTIL-40	NORR	NORR	0.0	0	0	0	0.00	1.0	2.0	11.11	
Ytterdörr	VÄSTER	VÄSTER	2.2	0	0	0	2.50	0.0	3.0	1.60	
VENTIL-40	SÖDER	SÖDER	0.0	0	0	0	0.00	1.0	2.0	11.11	

Driftdata

Driftfalls- benämning	Verksam- hets- energi rumsluft W/m ²	Verksam- hets- energi rumsluft W/lgh	Verksam- hets- energi extern W/m ²	Fastig- hets- energi rumsluft W/m ²	Fastig- hets- energi extern W/m ²	Person- värme W/m ²	Tapp- varm- vatten W/m ²	Tapp- varm- vatten W/lgh	Högsta rums- temp °C	Lägsta rums- temp °C
Dag Arbete/Belysning	0.00	144.00	0.00	0.00	0.00	12.19	0.00	670.00	27.00	22.00
Natt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.00	20.00
Dag belysning	0.00	144.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.00	22.00

Drifttider

Driftfalls- benämning	Vecko- dagar	Dag- nummer	Tid	Driftfalls- benämning	Vecko- dagar	Dag- nummer	Tid
Natt	MÅND-FRED	1 - 365	0 - 7	Dag belysning	MÅND-FRED	1 - 365	15 - 17
Dag belysning	MÅND-FRED	1 - 365	7 - 12	Natt	MÅND-FRED	1 - 365	17 - 24
Dag Arbete/Belysning	MÅND-FRED	1 - 365	12 - 15	Natt	LÖRD-SÖND	1 - 365	0 - 24

Ventilationsaggregat

Aggregat- benämning	Tilluft Fläkttryck Pa	Tilluft Verkn.gr %	Frånluft Fläkttryck Pa	Frånluft Verkn.gr %	Verkn.gr återvinning %	Lägsta tilluftstemp °C	Utetemp Driftp. L °C	Flöde Driftp. L %	Utetemp Driftp. H °C	Flöde Driftp. H %
F-vent	0.00	0.00	50.00	25.00	0.00	18.00	-20.0	100	20.0	100

Standard bod 2.0

VIP+ 5.2.100 BETA © Structural Design Software in Europe AB 2007

3 (5)

Projekt: Standard Bod
Beskrivning:
Utfört av:
Projektfil: C:\Documents and Settings\FSC\Skrivbord\Exjobb\Standard bod 2.0.VIP

Datum: 2009-04-07
Sign:
Företag:

Ventilationsaggregat - Drifttider och flöden

Aggregat-benämning	Vecko-dagar	Tilluft [l/s]	Frånluft [l/s]	Startdag-Slutdag	Starttid-Sluttid
F-vent					
	MÅND-FRED	0.00	8.20	1 - 365	15 - 24
	MÅND-FRED	0.00	20.00	1 - 365	12 - 15
	MÅND-FRED	0.00	8.20	1 - 365	15 - 24
	LÖRD-SÖND	0.00	8.20	1 - 365	0 - 24

Installationssystem

ÖVRIGT

Inget krav på energisparåtgärder enligt BBR kap 9:3

El cirkpump värmesystem 0.00 % av energiförsörjning till rum och luft

Lägsta dimensionerande utetemperatur för uppvärmning -100.0 °C

Högsta dimensionerande utetemperatur för komfortkyla 100.0 °C

Passiv kyla

RESULTAT

Detaljerat Resultat

Aktuellt hus med aktuell drift

Period	Avgiven energi kWh				Tillförd energi kWh										
	(23)	(24)	(21)	(28)	(22)	(27)	(20)	(19)	(29)	(18)	(25)	(45)	(33)	(34)	
	Trans-mission	Luft-läckage	Ventilation	Spillvatten	Passiv kyla	Sol-energi fönster	Åter-vinning vent.	Åter-vinning VP	Åter-vinning tappvv.	Sol-fångare	Person-värme	Process-energi till rum	Värme-försörjning	Elför-sörjning	
Mån 1	903	201	167	46	0	2	0	0	0	0	21	33	1261	1	
Mån 2	806	183	149	40	0	3	0	0	0	0	18	29	1128	1	
Mån 3	758	168	140	44	0	6	0	0	0	0	20	32	1051	1	
Mån 4	534	112	103	42	0	36	0	0	0	0	19	30	706	1	
Mån 5	297	66	67	46	0	48	0	0	0	0	21	33	376	1	
Mån 6	155	41	47	42	1	49	0	0	0	0	19	30	185	1	
Mån 7	129	35	42	44	1	52	0	0	0	0	20	32	150	1	
Mån 8	165	35	40	46	2	42	0	0	0	0	21	33	189	1	
Mån 9	313	67	57	40	0	11	0	0	0	0	18	29	417	1	
Mån 10	471	96	85	46	0	4	0	0	0	0	21	33	640	1	
Mån 11	656	149	122	44	0	2	0	0	0	0	20	32	915	1	
Mån 12	810	171	150	42	0	1	0	0	0	0	19	30	1122	1	
Summa	5998	1325	1169	525	4	255	0	0	0	0	235	376	8140	15	

Nyckeltal

	Aktuellt hus	
	Aktuell drift	
Inre värmekapacitet	34.82	[Wh/m²°C]
Yttre värmekapacitet	33.88	[Wh/m²°C]
Medeltemperatur	20.60	[°C]
Medelvärde ventilation	8.52	[l/s]
Processenergi medel	1.74	[W/m²]
Personvärme medel	1.09	[W/m²]

Standard bod 2.0

VIP+ 5.2.100 BETA © Structural Design Software in Europe AB 2007

4 (5)

Projekt: Standard Bod

Datum: 2009-04-07

Beskrivning:

Utfört av:

Sign:

Projektfil: C:\Documents and Settings\FSC\Skribbord\Exjobb\Standard bod 2.0.VIP

Företag:

Nyckeltal

	Aktuellt hus Aktuell drift	
Omslutningsarea	117.70	[m ²]
Luftläckage vid 50 Pa	188.82	[l/s]
Invändigt tryck medel	-3.5	[Pa]
Specifik fläkteffekt	0.2	[kW/(m ² /s)]
Omslutnings-/Golv-area	4.77	

Jämförelse mot krav enligt BBR

	Aktuellt hus referensdrift	Aktuellt hus aktuell drift	Tillåtet värde	
Jämförelse mot BBR 10				
Fs-värde	0.418	0.485	0.324	W/m ² K
Tillåtet Fs-värde är 130 % av referenshusets medel: 0.249				
Uppvärmning	7282	8155	5979	kWh
Jämförelse mot BBR 12				
U-värde		0.482	0.700	W/m ² K
Energianvändning		331	100	kWh/m ²
Atemp: 24.6 m ²				
Klimatzon BBR12	SÖDER			
Verksamhetstyp:Ej Bostad				
Ventilation: 0.35 l/s,m ²				
Direktverkande elvärme				
Jämförelse mot BBR 16				
U-värde		0.482	0.600	W/m ² K
Energianvändning		331	55	kWh/m ²
Atemp: 24.6 m ²				
Klimatzon BBR16	III			
Verksamhetstyp:Ej Bostad				
Ventilation: 0.35 l/s,m ²				
Elvärme				

Energibalans

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
Avgiven energi		
(23)Transmission	5998	243.31
(24)Luftläckage	1325	53.76
(21)Ventilation	1169	47.44
(28)Spillvatten	525	21.28
(22)Passiv kyla	4	0.18
Tillförd energi		
(27)Solenergi genom fönster	255	10.34
(20)Återvinning ventilation	0	0.00
(29)Återvinning till tappvarmvatten	0	0.00
(19)Återvinning värmepump	0	0.00
(18)Solfångare	0	0.00

Standard bod 2.0

VIP+ 5.2.100 BETA © Structural Design Software in Europe AB 2007

5 (5)

Projekt: Standard Bod

Datum: 2009-04-07

Beskrivning:

Utfört av:

Sign:

Projektfil: C:\Documents and Settings\FSC\Skrivbord\Exjobb\Standard bod 2.0.VIP

Företag:

Energibalans

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
(45)Processenergi till rum	376	15.25
(25)Personvärme	235	9.54
(34)Elförsörjning	15	0.61
(33)Värmeförsörjning	8140	330.23

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)VÄRMFÖRSÖRJNING	8140	330.23	(4)Ventilationsaggregat	0	0.00
(1)Ventilationsaggregat	0	0.00	(5)Värmesystem	0	0.00
(2)Värmesystem	7616	308.95	(6)Tappvarmvatten	0	0.00
(3)Tappvarmvatten	525	21.28			
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	(36)SOLFÅNGARVÄRME	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	(7)Ventilationsaggregat	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	(8)Värmesystem	0	0.00
			(9)Tappvarmvatten	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	15	0.61	(26)PROCESSENERGI	376	15.25
(35)Värmepump	0	0.00	(40)Verksamhetsenergi rumsluft	376	15.25
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	(41)Verksamhetsenergi extern	0	0.00
(13)Frånluftsfläktar	15	0.61	(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00
(15)Cirk.pump värme	0	0.00	(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00
(10)Cirk.pump solf.	0	0.00			
(12)Cirk.pump kyla	0	0.00	(42)VENTILATIONSAGGREGAT	15	0.61
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	(43)VÄRMESYSTEM	7616	308.95
			(44)TAPPVARMVATTEN	525	21.28
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00			

Projektanpassad rapport

Benämning på sammanställning	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²	Benämning på sammanställning	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
Värme till rum vent tvv	8140	330.23	Fastighetsel	0	0.00
Elanvändning	391	15.85			

Projektanpassad rapport, Specifikation

Värme till rum vent tv= +1.000 x (1) Värmeförsörjning ventilation +1.000 x (2) Värmeförsörjning värmesystem +1.000 x (3) Värmeförsörjning tappvarmvatten	Elanvändning= +1.000 x (10) El cirkpump solfångare +1.000 x (13) El till frånluftsfläktar +1.000 x (14) El till tilluftsfläktar +1.000 x (15) El cirkpump värmesystem +1.000 x (26) Processenergi	Fastighetsel= +1.000 x (10) El cirkpump solfångare +1.000 x (12) El cirkpump kyla +1.000 x (14) El till tilluftsfläktar
---	--	--

Bilaga 2

Förklaring av tabell 11 och 12.

Åtgärd	Betydelse
1 STD	Ingen åtgärd
2 CC 900	Ändring av avståndet mellan reglarna i tak, golv och väggar till 900 mm istället för 600 mm
3 ISO BYTE MINERALULL	Byte av den befintliga isoleringen i boden till mineralull med $\lambda = 0.036$
4 BYTE FÖNSTER	Byte till energifönster med u-värde på 1.0
5 BYTE DÖRRAR	Byte till en bättre ytterdörr med u-värde 1.2
6 BYTE FÖNSTER/DÖRR	Byte till energifönster u-värde 1.0 och bättre ytterdörr u-värde 1.2
7 ISO BYTE POLYURETAN	Byte av den befintliga isoleringen i boden till polyuretan med $\lambda = 0.028$
8 FÄRG INSIDA	Applicering av Thermogaiafärg på bodens insida
9 FÄRG UTSIDA	Applicering av Thermogaiafärg på bodens utsida
10 FÄRG INSIDA/UTSIDA	Applicering av Thermogaiafärg på bodens insida samt utsida
11 LUFT/LUFTVÄRMEPUMP	Installation av luft/luftvärmepump till boden
12 STD + VIP	Tilläggsisolering av bodens insida med 25 mm Vacuum Insulation Panels med $\lambda = 0.004$
13 MINERALULL + VIP	Byte av befintlig isolering till mineralull med $\lambda = 0.036$ samt tilläggsisolering av bodens insida med 25 mm Vacuum Insulation Panels med $\lambda = 0.004$
14 POLYURETAN + VIP	Byte av befintlig isolering till polyuretan med $\lambda = 0.028$ samt tilläggsisolering av bodens insida med 25 mm Vacuum Insulation Panels med $\lambda = 0.004$

Bilaga 3

Förklaring av tabell 13 och 14.

Åtgärd	Betydelse
1 STANDARDBOD	Ingen åtgärd
2 STD FÄRG UTSIDA + LUFT/LUFT	Applicering av Thermogaiafärg på bodens utsida samt installation av luft/luftvärmepump till boden
3 STD + FÄRG INSIDA/UTSIDA + LUFT/LUFT	Applicering av Thermogaiafärg på bodens insida och utsida samt installation av luft/luftvärmepump till boden
4 STD + FÄRG INSIDA/UTSIDA + LUFT/LUFT + FÖNSTER/DÖRRAR	Applicering av Thermogaiafärg på bodens insida och utsida samt installation av luft/luftvärmepump till boden. Byte till lågenergifönster u-värde 1.0 och ytterdörrbyte u-värde 1.2
5 STD + VIP + LUFT/LUFT	Tilläggsisolering med 25 mm Vacuum Insulation Panels med $\lambda = 0.004$ samt installation av luft/luftvärmepump till boden
6 STD + VIP + LUFT/LUFT + FÖNSTER/DÖRRAR	Tilläggsisolering med 25 mm Vacuum Insulation Panels med $\lambda = 0.004$ samt installation av luft/luftvärmepump till boden. Byte till lågenergifönster u-värde 1.0 och ytterdörr u-värde 1.2
7 POLYURETAN + VIP + CC900 + FÖNSTER/DÖRRAR + LUFT/LUFT	Byte av befintlig isolering till polyuretan $\lambda = 0.028$ samt tilläggsisolera bodens insida med 25 mm Vacuum Insulation Panels med $\lambda = 0.004$. Ökning av avståndet mellan reglarna från 600 mm till 900 mm. Byte till lågenergifönster u-värde 1.0 och ytterdörr u-värde 1.2 samt installation av luft/luftvärmepump till boden
8 POLYURETAN + FÄRG INSIDA/UTSIDA + VIP golv + CC900 + FÖNSTER/DÖRRAR + LUFT/LUFT	Byte av befintlig isolering till polyuretan $\lambda = 0.028$ samt applicering av Thermogaiafärg på bodens insida och utsida. Tilläggsisolering av bodens golv med 25 mm Vacuum Insulation Panels med $\lambda = 0.004$. Byte till lågenergifönster u-värde 1.0 och ytterdörr u-värde 1.2 samt installation av luft/luftvärmepump till boden.

