

Kostnads- och miljöeffektiva uppvärmningssystem

- En fallstudie av flerbostadshuset Vadden i Skövde



**LUNDS
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

**LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Arkitektur och byggd miljö/ Energi och Byggnads design**

Examensarbete:
Johan Haglund
Marcus Hansson

© Copyright Johan Haglund, Marcus Hansson

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

Rapporten syftar till att jämföra olika uppvärmningssystem till ett framtida flerbostadshus. Uppvärmningsalternativen som behandlas är fjärrvärme, bergvärme, pelletsvärme och pelletsvärme kombinerat med solvärme. Huvudmomenten i rapporten jämför de olika alternativen med avseende på vilken miljöpåverkan och livscykelkostnad som respektive system medför. Uppvärmningssystemen jämförs också mot varandra när de samverkar med andra energieffektiviserande åtgärder såsom till exempel värmeåtervinning i ventilationssystemet.

Rapporten görs i samarbete med Peab AB och avgränsar sig till området omkring Skövde. Flerbostadshuset som undersökt är ett typiskt flerbostadshus med en energianvändning som ligger lite under BBR:s krav på 110 kWh/m²,år. Undersökningen är en fallstudie och några generella slutsatser kommer inte kunna dras. Syftet har varit att optimera detta flerbostadshus, med tyngdpunkt på vilka miljö- och kostnadskonsekvenser som ges vid användning av olika uppvärmningssystem.

Den ekonomiska analysen utförs med nuvärdesmetoden och tar hänsyn till livscykelkostnader som uppstår under investeringens livslängd. Kostnaderna är uppdelade i investerings-, installations-, underhålls-, reparations- och driftskostnader. Kostnaderna är i stor utsträckning hämtade från området kring Skövde, bland annat från lokala entreprenörer.

Vilken miljöpåverkan som uppvärmningssystemen medför är avgränsat till vilket koldioxidutsläpp som respektive uppvärmningssystem ger. Koldioxidfaktorer är hämtade från Energimyndigheten och jämförs i såväl marginalenergiperspektiv som i ett genomsnittenergiperspektiv.

Resultatet visar att det är en stor spridning i livscykelkostnader och den miljöpåverkan som olika uppvärmningsalternativ ger. I undersökningen framgår det att fjärrvärmen sammantaget är det bästa alternativet som värmekälla. Pelletsvärme är den värmekällan som idag är bäst ur miljösynpunkt men också den dyraste ur ett livscykelperspektiv. Resultatet visar att även en liten användning av el ger ett stort koldioxidtillskott. Detta betyder att värmepumpar ur klimatsynpunkt är dåliga uppvärmningsalternativ. Det betyder dock inte att det är dåligt att energieffektivisera med en liten mängd el, till exempel att använda FTX-ventilation. Slutsatsen är att kostnader och miljöpåverkan sjunker avsevärt när energianvändningen minskar.

Nyckelord: Uppvärmningssystem, energianvändning, energieffektivisering, LCC, Koldioxidutsläpp.

Abstract

The purpose of this report is to compare different heating devices for future apartment blocks. The compared heating devices were district heating, geothermal heating, pellets heating and pellets heating combined with solar heating. The two main elements in the report compare the different alternatives with regards to their environmental impact and their lifecycle cost. The heating devices are also being compared as they collaborate with other energy efficiency measures as for example regaining heat from the air in the ventilation system.

This report is carried out in cooperation with Peab AB and demarcates to the area around Skövde, Sweden. The apartment block that is being examined is a typical apartment block with an energy usage a little less than the BBR requirement of 110 kWh/m², year. This report is a case study and therefore no general conclusions can be made. The purpose has been to optimize the apartment block with a focus on environmental impact and the lifecycle cost, when using different heating devices.

The economical analysis is being done with present value method and takes the lifecycle costs that appear under the investments life span into consideration. The costs are divided into investment-, installation-, maintenance-, repair- and running costs. To a big extent the costs are from the area around Skövde, for example, local entrepreneurs.

What kind of environmental affect each heating device causes is demarcated to the emissions of carbon dioxide. Primary energy factors for carbon dioxide come from the Swedish Energy Agency and they are being compared with a margin energy perspective as well as an average energy perspective.

Results in this report show a big dispersion in the lifecycle costs and environmental affects that are caused by each heating device. According to the enquiry the best heating device all together is district heating. Heating with pellets is currently the best option from an environmental point of view, but also the most expensive alternative from a lifecycle cost perspective. In addition, the results show that just a small usage of electricity causes a great emission of carbon dioxide. This means that heating pumps are bad alternatives from an environmental point of view. However, it's not bad to reduce the energy usage with a small amount of electricity, like for example using FTX-ventilation. The conclusion is that costs and environmental effects are substantially reduced when the energy usage is lowered.

Keywords: Heating device, energy usage, energy efficiency, LCC, carbon dioxide exhaustion

Förord

Den här rapporten skrevs under våren 2009 av Johan Haglund och Marcus Hansson och är ett examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet på Campus Helsingborg, Byggteknik med inriktning arkitektur. Arbetet handleds och examineras på avdelningen Energi och Byggnadsdesign, Institutionen för Arkitektur och Byggd Miljö, Lunds Tekniska Högskola. Rapporten skrivs i samarbete med byggentreprenören Peab och är avsedd att användas som underlag för att välja uppvärmningssystem och energieffektiviserande åtgärder för ett av Peabs flerbostadshus.

Vi har under arbetets gång fått mycket hjälp av såväl entreprenörer, konsulter och lärare. Vi vill speciellt tacka våra handledare Åke Blomsterberg på LTH och Anders Thorslid på Peab. De har gett oss bra vägledningen och varit en stark bidragande orsak till att arbetet blivit roligt och lyckat. Under arbetets gång har vi också fått tillgång till dator och eget rum på avdelning installationsteknik, LTH, detta har vi Mats Dahlblom att tacka för. Han var också till stor hjälp när vi genomförde våra energiberäkningar. Energiberäkningarna är en stor del av arbetet och vi vill därför även rikta ett tack till Jenny Haryd på WSP som hjälpt oss att komma igång med energiberäkningsprogrammet. Patrik Sjögren med flera skall också tackas för att vi under en vecka fick sitta på Peabs kontor i Skövde och arbeta med ekonomidelen i arbetet. Till slut vill vi även tacka vår examinator Maria Wall.

Nu är det sex månader sen idén till arbetet kom upp. Vi har lärt oss mycket nytt under arbetets gång vilket inspirerat oss ännu mer. Nu delar vi glatt med oss av vårt resultat och hoppas det blir en rolig läsning!

Lund, maj 2009

Johan Haglund och Marcus Hansson

Innehållsförteckning

1 Inledning	8
1.1 Bakgrund	8
1.1.1 Peabs önskemål	9
1.1.2 Kvarteret Vadden	9
1.2 Syfte	10
1.3 Metod	10
1.4 Underlag	10
1.4.1 Energianvändning och effektbehovsberäkningar	11
1.4.2 Kostnadsanalys	11
1.4.3 Miljö	12
1.5 Avgränsningar	12
2 Teori och nulägesbeskrivning	13
2.1 Uppvärmningsalternativ	13
2.1.1 Fjärrvärme	13
2.1.2 Bergvärme	15
2.1.3 Pelletsvärme	16
2.1.4 Solvärme	18
2.2 Ventilation och värmeåtervinning	20
2.2.1 Mekanisk frånluft (F-system)	20
2.2.2 Från- och tilluft med värmeåtervinning (FTX-system)	20
2.2.3 Frånluftsvärmepump (FVP-system)	21
2.3 BBR – Boverkets byggregler	21
2.3.1 Allmänt	21
2.3.2 BBR:s krav tillämpade på <i>Vadden</i>	21
2.4 Byggnadens förutsättningar	22
2.4.1 <i>Vadden</i>	22
2.4.2 <i>Vadden plus</i>	23
2.4.3 Skillnader mellan <i>Vadden</i> och <i>Vadden plus</i>	24
2.4.4 Beräkningsförutsättningar	24
2.5 Miljö	25
2.5.1 Miljövärdering av energi	25
2.5.2 Marginal- eller genomsnittsperspektiv	26
2.6 Ekonomi	28
3 Resultat	30
3.1 Energianvändning	30
3.1.1 Köpt energi <i>Vadden</i>	31
3.1.2 Köpt energi <i>Vadden plus</i>	32
3.2 Effektbehov	33
3.2.1 Max installerad eleffekt	34
3.3 Miljöredovisning	35

3.4 Ekonomi	37
3.4.1 LCC	37
3.4.2 Alternativ metod för jämförelse av energieffektiva åtgärder.....	38
3.5 Känslighets analys	39
3.5.1 Miljö.....	39
3.5.2 Ekonomi.....	40
4 Diskussion och slutsatser	42
Källförteckning	45
Definitioner	50
Bilaga 1 - Koldioxidfaktorer.....	51
Bilaga 2 - Underlag till LCC-beräkning	53
Bilaga 3 - Effektbehovsberäkningar	54
Bilaga 4 - Indata för ursprungliga Vadden i Vip+	57
Bilaga 5 - Specifikation av energiflöden.....	59

1 Inledning

Att minska energianvändningen i världen är högaktuellt. I Sverige står energianvändningen i bebyggelse för 40 procent av landets totala energianvändning¹ och är således en av de viktigaste faktorerna som går att påverka för att minska energianvändningen i Sverige. Ökade energipriser och stora klimatförändringar gör att frågan om energieffektivisering är både ekonomiskt och miljömässigt intressant.

Att reducera energianvändningen i byggnader är ofta förknippat med att utföra byggtekniska åtgärder som till exempel att använda mer isolering och bättre fönster, men val av uppvärmningssystem och ventilation är minst lika viktigt. Åtgärderna kan kombineras på olika sätt, men byggnadens olika förutsättningar bestämmer vilka alternativ som är tillämpbara.

Fjärrvärme är idag det dominerande uppvärmningsalternativet för flerbostadshus, men hur konkurrenskraftiga är alternativen? I denna rapport redovisas vilka kostnads- och miljökonsekvenser som förekommer vid användning av olika uppvärmningssystem.

1.1 Bakgrund

Energipriserna har under de senaste tio åren ökat drastiskt, för el med 65 procent, för pellets med 45 procent och för fjärrvärme med 20 procent.² Denna prisutveckling i kombination med en alltmer påtaglig klimatförändring har gjort att intresset för energieffektiviserande åtgärder har vuxit.

Fjärrvärmens är det ledande uppvärmningsalternativet i flerbostadshus och stod år 2006 för 76 procent av den uppvärmda arean i flerbostadshus.³ Orsakerna till att fjärrvärmens har vuxit sig så stark är många. Bidragande orsaker är att kommunerna i detaljplanen föreskriver att man ska använda fjärrvärme eller annan miljövänlig och lokalt producerad värme, men även faktorer som låga kostnader och låg klimatpåverkan spelar roll.⁴

Idag sker produktionen av fjärrvärme i både kommunala och privatägda värmeverk. Eftersom det inte finns någon lönsamhet i att dra parallella

¹ *Energianvändninga och försörjning för byggnader ur ett systemperspektiv – ett samarbete mellan bygg- och energibranschen*, (2006:6) rapportförfattare: Agneta Persson (finansierat av: Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF) & Svensk Fjärrvärme) Tillgänglig:

<http://www.svenskfjarrvarme.se/index.php3?use=biblo&cmd=detailed&id=1336> (090516), s. 3.

² Prisutvecklingen är beräknad utifrån uppgifter i Energimarknadsinspektionen (2008) *Uppvärmning i Sverige 2008* Tillgänglig: <http://www.energimarknadsinspektionen.se/Bibliotek/Rapporter-2008/Uppvarmning-i-Sverige-2008> (090516), s. 16, 20,23.

³ Energimarknadsinspektionen (2008), s. 13.

⁴ Intervju: Anders Torslid, handledare på Peab, Trollhättan, 090312.

fjärrvärmenät så får den lokala producenten ett monopol vilket kan leda till att kostnaderna stiger kraftigt.⁵

1.1.1 Peabs önskemål

Byggnadsentreprenören Peab har på senare år fokuserat mycket på att energieffektivisera sina byggnader. Tidigare har fokus mestadels legat på att klara BBR:s krav på energianvändning, men nu finns även ett intresse av att klara målen med god marginal. Att sänka energianvändningen resulterar inte bara i en billigare driftkostnad utan det har nu tack vare miljödebatten också blivit en goodwillfråga vid försäljning. Kunderna är beredda att betala mer för en miljövänlig byggnad.

Peab upplever att byggbranschen är i en utvecklingsfas när det gäller att avgöra vilket/vilka uppvärmningssystem och ambitioner som skall väljas. Avgörande är förhållandet mellan investeringskostnaderna och driftkostnaderna.

Peabs önskemål inför denna uppsats har alltså varit att få reda på vilka investeringskostnader och driftkostnader som uppkommer vid användning av olika uppvärmningssystem. De vill även veta vilken miljöpåverkan de olika uppvärmningssystemen ger.⁶

1.1.2 Kvarteret Vadden

Studien baseras på ett flerbostadshus i Skövde som Peab byggde under åren 2005-2007. Flerbostadshuset är ett av tre liknande flerbostadshus som tillsammans bildar ett kvarter, kvarteret Vadden. Vid projekteringen av Vadden har Peab och Abako Arkitekter efterstävät en hög kvot mellan BOA och BTA, för att skapa ekonomiskt konkurrenskraftiga hyresbostäder. För att uppnå detta mål gjorde man bland annat installationsoptimerade planlösningar och använde standardiserade köks- och badrumslösningar.

Energimålsättningen var att klara BBR:s krav på 110 kWh/m²,år. Varje hus består av 22 lägenheter, 5 st. 2:or, 11 st. 3:or och 6 st. 4:or. Flerbostadshuset anses vara ett typiskt flerbostadshus. Typhuset kommer i rapporten att benämnas *Vadden*.⁷

Husets konstruktion återkommer i kapitel 2.4.

⁵ Energimarknadsinspektionen (2008), s.6.

⁶ Hela avsnittet 1.1.1 refererar till intervju med Anders Torslid, handledare på Peab, Trollhättan, 090312.

⁷ Abako, *Kv Vadden Nybyggnad av hyresrätter, Skövde 2007*, Tillgänglig : http://www.abako.se/index.php?page_id=261 (090516).

1.2 Syfte

Syftet med det här projektet är att undersöka vad det finns för kostnads- och miljöeffektiva alternativ till uppvärmning av flerbostadshuset *Vadden*. Alternativen som undersöks består av tre givna kombinerade värmekällor som appliceras på typhuset. Resultatet ska kunna användas av Peab som underlag vid projektering av liknande flerbostadshus för att enkelt se miljöpåverkan och kostnad för de undersökta alternativen i ett livscykelperspektiv.

Frågeställning:

- Finns det i region Skövde ett konkurrenskraftigt alternativ till fjärrvärme för uppvärmning av flerbostadshus med avseende på miljö och kostnad?
- Om inte, hur stor är då skillnaden?
- Vilket uppvärmningsalternativ och vilka energieffektiviserande åtgärder är förmånligast för flerbostadshuset *Vadden*?

1.3 Metod

Metoden som används för att analysera vad det finns för kostnads- och miljöeffektiva alternativ till uppvärmning av flerbostadshus är uppdelad i flera skeden. I det första skedet utförs det energiberäkningar med variation i installationer, ventilation och konstruktion. Detta kommer att genomföras med programmet Vip-plus. Vip-plus är ett energiberäkningsprogram som är väl använt i projekteringsskeden och lämpar sig bra för energiberäkningar på flerbostadshus. Programmet ger en bra bild av energiförbrukning och energifördelning i ett tidigt projekteringsskede.⁸ Nästa steg i arbetet är att begära in offerter från VVS entreprenörer. För detta används ett förfrågningsunderlag som baseras på effektbehovsberäkningar och information om flerbostadshuset. Underlaget från offerterna och simuleringarna används sedan till att göra en LLC-analys (livscykelkostnadsanalys). Slutligen beräknas också koldioxidutsläppen för respektive uppvärmningsalternativ.

1.4 Underlag

Att göra en LCC-analys samt att bedöma vilken miljöpåverkan som respektive uppvärmningssystem medför, kräver ett mycket stort arbete. Arbetet med denna rapport är begränsat till 15 veckor, vilket betyder att man tvingas till vissa approximationer och avrundningar. Rapporten är tänkt att grovt jämföra olika uppvärmningssystem och är alltså inte en underlagsrapport där man kan

⁸ Intervju: Åke Blomsterberg, handledare från LTH (arbetar även på WSP- Environmental), Lund, 090420.

plocka ut exakt information från varje system. Nedan följer ett förtydligande om de antaganden som är gjorda för respektive kapitel i resultatdelen.

1.4.1 Energianvändning och effektbehovsberäkningar

Energianvändningen i byggnaden är simulerad i programmet Vip-plus. I programmet har analysen i möjligaste mån efterliknat den befintliga byggnaden, *Vadden*. Simuleringarna visar en något högre energianvändning än vad verkliga byggnaden idag förbrukar, 94 kWh/m², år⁹ kontra 102 kWh/m², år. Förklaringen till detta kan möjligtvis vara att den verkliga normalårskorrigerade förbrukningen redovisas i en gemensam post för tre stycken i stort sett identiska byggnader som är kopplade till en gemensam fjärrvärmecentral. Programmet visar också en teoretisk bild över boendevanor, väderförhållanden, luftläckage, solinstrålning med mera, som självklart kan variera med åren. Betydelsen av differensen kan ses som ringa då huvudsyftet med rapporten är att jämföra liknande flerbostadshus, med ungefär samma energiförbrukning.

Indata till energi- och effektbehovsberäkningar har framtagits ur handboken *Energihushållning och värmeisolering. Byggvägledning 8. En handbok i anslutning till Boverkets byggregler* (2007). Det är en handbok som framtagits av Svensk Byggtjänst för att underlätta tillämpningen av föreskrifter och som anvisar hur beräkningen av energianvändningen kan hanteras.¹⁰ För övriga faktorer som inte anges i denna bok, till exempel solreflektion från marken och skuggning på byggnad, har rekommendationer från Vip-plus använts. Ytor på byggdelar har framtagits från bygghandlingarna som användes vid byggnation.

1.4.2 Kostnadsanalys

I kostnadsanalysen används nuvärdesmetoden för att jämföras kostnaderna ur ett LCC-perspektiv. Kostnaderna som ingår är material-, installations-, underhålls-, reparations- och driftkostnader. Eftersom rapporten riktar sig mot region Skövde har verkliga kostnader plockats fram med hjälp av VVS-entreprenörer i regionen och tillverkare runt om i Sverige. Ett underlag har skickats ut till tre oberoende VS-entreprenörer, samt två Vent-entreprenörer.¹¹

Investeringskostnaden skiljer sig något mellan de olika VVS-entreprenörerna. Anledningen är att de köper in material från olika tillverkare, tillverkare som i

⁹ Intervju: Tomas Johansson, VVS ingenjör Skövde Bostäder, Skövde, 090325.

¹⁰ Elmroth, Arne (2007) *Energihushållning och värmeisolering. Byggvägledning 8. En handbok i anslutning till Boverkets byggregler*, Stockholm: AB Svensk Byggtjänst, s. 10.

¹¹ Bland annat VS-entreprenör som projekterade *Vadden*. Endast två VS-entreprenörer och en Vent-entreprenör svarade. Att använda endast en källa är riskabelt men eftersom den Vent-entreprenören projekterade det verkliga huset så anses detta vara tillräckligt.

sin tur har varierande kvalitet och pris. Utifrån de offerter som tagits in från entreprenörerna har en bedömning gjorts om vilket alternativ som är lämpligast att använda i kapitel 3.4. Installationskostnaden skiljer sig också på grund av att entreprenörerna har uppskattat olika vad gäller installationstider och vilket extra material som krävs för att färdigställa systemet.

Underhållskostnaderna och livslängder är hämtade dels från boken *Energibesiktning av byggnader – flerbostadshus och lokaler* (2008)¹² av Karin Adalberth och Åsa Wahlström dels från Energimarknadsinspektionens rapport *Uppvärmning i Sverige 2008*¹³. Driftkostnaderna är tagna från verkliga kostnader i regionen runt Skövde, från statistiska centralbyrån samt från rapporten *Uppvärmning i Sverige 2008*.

Merkostnaden som uppstår för att sänka U_m -värdet är framtagna av Peab och fönstertillverkaren Snidex.¹⁴ Det har inte tagits hänsyn till de merkostnaderna som uppstår för att göra huset tätare. Detta på grund av att det är svårt att bedöma hur mycket extra tid och material som går åt för att utföra en förbättrad täthet.

1.4.3 Miljö

Faktorer för hur mycket koldioxid som släpps ut vid användning av olika uppvärmningssystem är tagna ur rapporten *Uppvärmning i Sverige 2008* samt från Energimyndighetens underlagsrapport *Koldioxidvärdering av energianvändning. Vad kan du göra för klimatet?* (2008).

1.5 Avgränsningar

Rapporten avgränsas till nyproduktion av en byggnad, flerbostadshuset *Vadden* i Skövde. Tre olika värmekällor kommer att jämföras, fjärrvärme, bergvärme och pelletsvärme. Att värma ett flerbostadshus med olja eller el utan värmepump anses orealistiskt och uppvärmning med naturgas är inte möjligt i Skövde eftersom att det bara finns ett utbyggt nät med gas längst västkusten, därför har dessa värmesystemsalternativ inte tagits med.

Miljöbedömningen görs utifrån koldioxidutsläpp per kWh. Det finns naturligtvis andra viktiga utsläpp som påverkar miljön negativt, men en nödvändig avgränsning gör att endast påverkan av växthuseffekten på grund av koldioxidutsläpp kommer att tas upp.

¹² Handbok för energibesiktning av byggnader.

¹³ En årlig rapport från Energimarknadsinspektionen, där fjärrvärmemarknaden utveckling analyseras i relation till konkurrerande alternativ.

¹⁴ Intervju: Magnus Berglund, produktutvecklare Snidex AB, Lund, 090504.

2 Teori och nulägesbeskrivning

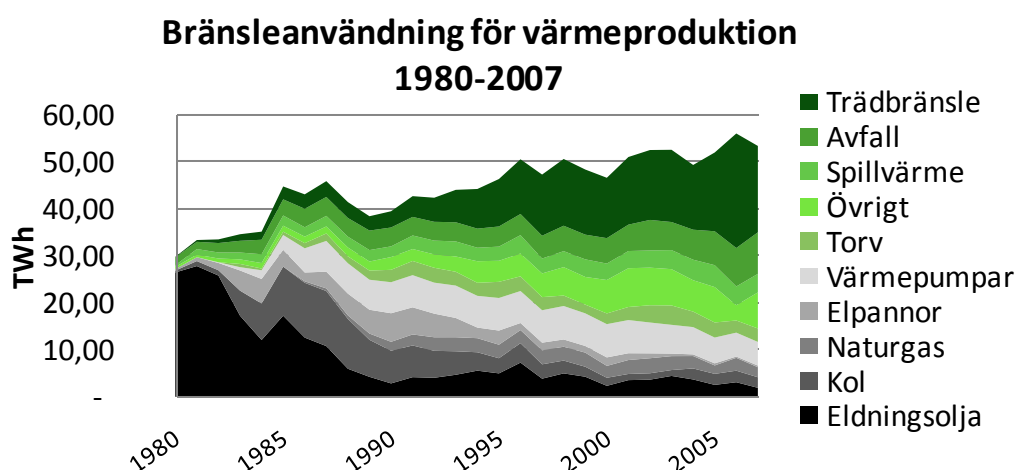
I detta avsnitt behandlas vilka uppvärmningsalternativ som är aktuella och det beskrivs hur man kan utföra energieffektiviserande åtgärder för att minska energibehovet. Avsnittet kommer även att beröra vilka krav som Boverket ställer på energianvändningen i Sverige och hur det aktuella flerbostadshusets konstruktion ser ut. Kapitlen om miljö (kap 2.5) och ekonomi (kap 2.6) ger en bakgrund till de beräkningar som utförs i resultatet (kap 3).

2.1 Uppvärmningsalternativ

2.1.1 Fjärrvärme

Fjärrvärme är idag det vanligaste uppvärmningsalternativet i Sverige. Enligt Energimyndigheten svarade fjärrvärmen för 76 procent av uppvärmningen i flerbostadshus år 2006.¹⁵

Det framgår i Figur 1¹⁶ att 90 procent av den totala bränsletillförseln till fjärrvärmenäten år 1980 bestod av olja. Med tiden har situationen förändrats och år 1990 var oljeanvändningen nere på mindre än 10 procent. Nu för tiden används olja bara som spetsbränsle, vilket betyder att man endast tillför oljan när värmebehovet är ovanligt stort. En betydande del av bränslet är istället biobränsle, hushållsavfall och spillvärme. Biobränsle kan till exempel vara flis och pellets som hämtas från bland annat sågverk och andra träindustrier. Spillvärme är en värmeenergi som uppkommer som en biprodukt vid olika processer till exempel inom industrin.¹⁷



Figur 1: Historisk bränsletillförseln till fjärrvärmenäten i Sverige

¹⁵ Energimarknadsinspektionen (2008), s. 6.

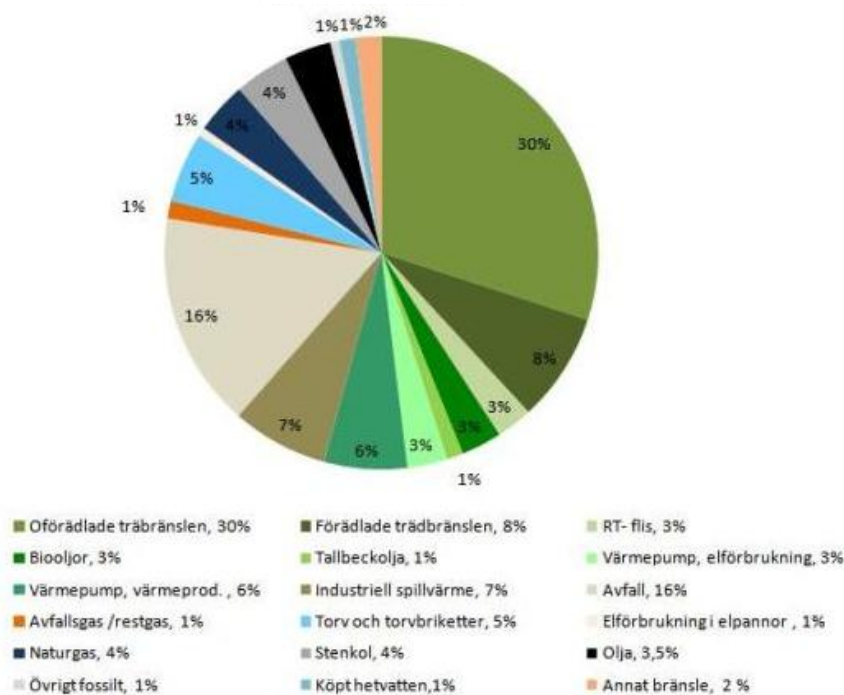
¹⁶ E-mail: Sonya Trad, Svensk Fjärrvärme, 090515.

¹⁷ Svensk Fjärrvärme (1), *Bränslen*, Tillgänglig:

<http://www.svenskfjarrvarme.se/index.php3?use=publisher&id=1204&lang=1> (090516).

Fjärrvärme produceras i värmeverk eller kraftvärmeverk. Kraftvärme innebär att man producerar både el och värme. Vilket produktionsätt som används kan variera mycket mellan olika kommuner. Det vanligaste alternativet är att man producerar värmen i ett värmeverk.¹⁸ Hur fördelningen av förbrukat bränsle såg ut 2007 beskrivs i Figur 2. Det mest använda bränslet är träbränsle. Det står för 30 procent av det förbrukade bränslet, även avfallsvärmen är en stor post och står för 16 procent. Produktionsteknikerna varierar från värmeverk till värmeverk. För att göra en bedömning av fjärrvärmens miljöpåverkan måste man alltså vända sig till sin lokala fjärrvärmeleverantör och ta fram statistik om tillverkningsprocessen.

Förbrukat bränsle vid fjärrvärmeproduktion , 2007, %



Figur 2: Diagrammet visar hur stor andel av de olika bränslena som används vid fjärrvärmeproduktion år 2007¹⁹

Fjärrvärme innebär att hela eller delar av städer kopplas samman i ett gemensamt kulvertnät. Ett fjärrvärmesystem kan delas upp i tre delsystem: produktionsanläggningar, distributionsledningar och abonnentcentraler. En värmebärare tillförs värme från produktionsanläggningarna, förs vidare i distributionsledningar för att slutligen värmesväxlas i en abonnentcentral. I glesbebyggda områden eller i små abonnentcentraler kan fjärrvärmens oekonomisk på grund av att distributionsförlusterna blir för stora. En

¹⁸ Svensk Fjärrvärme (1), *Bränslen*.

¹⁹ Svensk Fjärrvärme (2), *Statistik om fjärrvärme och kraftvärme 2007*. Tillgänglig: <http://www.svenskfjarrvarme.se/index.php3?use=publisher&id=2165&lang=1> (090516).

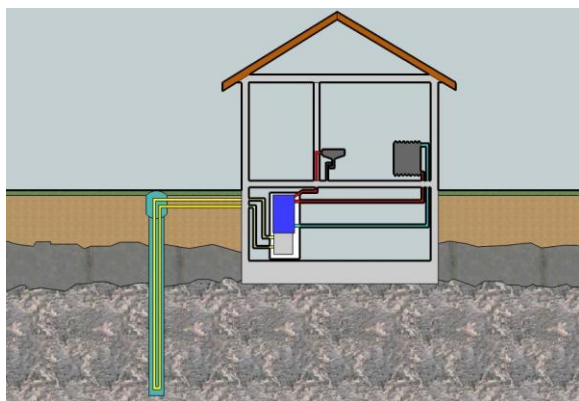
ekonomisk bedömning från fall till fall får avgöra om individuell eller central uppvärmning är förmånligast.²⁰

Erfarenheterna man har fått från fjärrvärmeanvändningen visar på att det är ett tryggt och driftsäkert alternativ för uppvärmning. Dessutom kräver den knappt något underhåll eftersom den varken behöver sotas eller tömmas på aska.²¹ Nackdelar med fjärrvärme är bland annat konkurrenssituationen, idag sker produktionen av fjärrvärme i både kommunala och privatägda värmeverk. Eftersom det inte finns någon lönsamhet i att dra parallella fjärrvärmenät så får den lokala producenten ett monopol vilket kan leda till att kostnaderna kan stiga kraftigt.²²

2.1.2 Bergvärme

För uppvärmning med värmepump används flera olika värmekällor med låg temperatur. De värmekällor som kan utnyttjas är bland annat berggrund, sjö, uteluft, frånluft och spillvärme från processer. Valet av vilken värmekälla man använder avgörs utifrån husets behov och placering.²³

Värmepumpens effekt dimensioneras inte efter den topp-effekt som krävs för uppvärmning när det är som kallast utan efter en lägre effekt som är tillräcklig för att täcka värmebehovet större delen av året. Detta sparar både pengar och minskar slitaget på värmepumpen. Den kallaste delen av året då värmebehovet är som högst får man använda tillskottsenergi som man till exempel får med hjälp av en elpatron eller annan värmekälla.²⁴



Figur 3: Huset värms upp med en bergvärmepump som finns i källaren. Pumpen hämtar värmen ur ett borrhål i marken. Värmepumpen producerar både värme och varmvatten.

²⁰ Warfvinge, Catarina (2007) *Installationsteknik AK för V*, Lund: Studentlitteratur, s. 6:2 ff.

²¹ Energimyndigheten (3), *Fjärrvärme*. Tillgänglig:

<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Fjarrvarme> (090516).

²² Energimarknadsinspektionen (2008), s. 6.

²³ Warfvinge (2007), s. 6:8.

²⁴ Energimyndigheten (6), *Värmepump*. Tillgänglig:

<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Varmepump> (090516).

Tekniskt fungerar värmepumpen som ett kylskåp fast tvärtom. I värmepumpen finns ett slutet kretslopp där ett köldmedium cirkulerar. Tidigare användes köldmedier med freoner, men eftersom freoner bryter ner ozonlagret är de idag förbjudna och istället används fluorerade köldmedier.²⁵ När köldmediet tar upp värmen förångas det. Köldmediet som då är i gasform komprimeras med en kompressor så att tryck och temperatur ökar. Värmen avges till värmesystemet och köldmediet återgår till vätskeform i en strypventil för att sedan värmas upp på nytt.²⁶

Fördelar med värmepumpar är att de inte orsakar några lokala utsläpp och att dagens värmepumpar kräver lite underhåll. Nackdelarna är att de ökar elanvändningen samt att det är sårbart vid strömavbrott.²⁷

I det fall som värmepumpen tillämpas som värmekälla till flerbostadshuset *Vadden* kommer det att användas två olika typer av värmepumpar. En bergvärmepump och en frånluftsvärmepump. Effekten på bergvärmepumparna kommer att varieras på grund av att effektbehovet i byggnaden varierar när man använder energieffektiviserande åtgärder. Bergvärme kräver minst 4-6 borrhåll och ett totalt aktivt borrhål på cirka 500-1000 meter. Värmepumpen har en värmefaktor på 3 och pumpen placeras lämpligen i källaren.²⁸

2.1.3 Pelletsvärme

Pellets är ett så kallat bibränsle som består av sågspån, bark och övrigt spill från sågverk som har pressats samman till cylindrar. Dessa cylindrar eldar man med i en kamin eller i en panna.²⁹ Användningen av pellets och andra förädlade träbränslen tog fart under oljekrisen under 70-talet. Intresset för bibränslen har fram till idag varierat stort och det har en stark koppling till hur övriga bränslepriser varierar. I takt med fluktuationer i oljepriset och en bättre kunskap om fossila bränsles miljöpåverkan har oljeförbrukningen i Sverige minskat kraftigt. Detta har lett till ett ökat intresse för andra bränslen, bland annat bibränsle.³⁰

²⁵ Energimyndigheten (7), *Värmepump*. Tillgänglig:

<http://www.energimyndigheten.se/sv/foretag/Energieffektivisering-i-foretag/Lokaler-och-flerbostadshus/Forvalta/Uppvarmning/Varmepump> (090516).

²⁶ Warfvinge (2007), s. 6:7.

²⁷ Energimyndigheten (6), *Värmepump*.

²⁸ Intervju: Henrik Berglund, ordförande i Värmepumpsföreningen, Malmö, 090415.

²⁹ Energimyndigheten (4), *Pellets*. Tillgänglig:

<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Biobransle---ved-och-pellets/Pellets> (090516).

³⁰ Energimyndigheten & Eksta Bostads AB (2006) *Erfarenheter av eldning med fasta bränslen*. Tillgänglig:

<http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Energieffektivisering-i-foretag/Lokaler-och-flerbostadshus/Forvalta/Uppvarmning/Biobransle> (090516), s. 5.

Vid större anläggningar såsom flerbostadshus används så kallad automatiserad eldning vilket innebär att matningen av pellets och eldning sker per automatik. Dock krävs det att man har ett stort förvaringsutrymme för bränslet eftersom pellets har en skrymdensitet på 550-700 kg/m³ och värmevärdet är 4,7 - 5,0 MWh/ton, alltså ger en kubikmeter pellets ungefär 3 MWh.³¹ Utrymmets storlek kan variera beroende på hur ofta man vill fylla på tanken och hur stor yta som man kan tänkas avvara för tanken. Tanken placeras ofta utomhus i till exempel en silo. Det finns också möjlighet att bygga in tanken i huset, men förvaringsvolymen kommer då att vara begränsad och man måste fylla på tanken oftare. Eldning med pellets kräver dock alltid ett visst underhåll eftersom man regelbundet måste tömma anläggningen på aska.³²



Figur 4: Pelletsanläggning från Kvänum energi.

Eldning med pellets antas i denna rapport vara koldioxidneutral (beskrivs mer i kap. 2.5.1) vilket innebär att det inte bidrar till växthuseffekten. Eldningen påverkar dock fortfarande miljön med skadliga rökgaser som bidrar till försurning och övergödning.³³ Att anläggningen inte kräver mycket el är också en fördel ur miljöperspektiv. Låg elförbrukning gör även att anläggningen klarar sig bra vid elavbrott. Den el som behövs kan vid strömavbrott täckas genom att koppla in ett bilbatteri.³⁴

I flerbostadshuset *Vadden* är tanken att eldningen sker i en container som placeras en bit från huset och kopplas till distributionssystemet via en kulvert. Containern är färdiginstallerad och det enda som krävs är att man kopplar den till pelletsförrådet och leder in värmen med en kulvert. I *Vadden* kommer pelletsförrådet att vara på 23m³, vilket innebär att det kommer fyllas på ca 2-3 gånger per år. Ett annat alternativ är att, istället för att använda ett färdig containerpaket, placera brännaren med tillbehör i en undercentral som ligger antingen i huset eller utanför huset.³⁵

³¹ Energimyndigheten & Eksta Bostads AB (2006) s. 5.

³² Intervju: Bengt O Nilsson, Kvänum energi, 090408.

³³ Energimyndigheten (2), *Biobränsle*. Tillgänglig:

<http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Energieffektivisering-i-foretag/Lokaler-och-flerbostadshus/Forvalta/Uppvarmning/Biobransle> (090516).

³⁴ Energimyndigheten (4), *Pellets*.

³⁵ Intervju: Bengt-Erik Löfgren, bioenergikonsult ÄFAB, Lidköping, 090406.

Man ska ha i åtanke att när man installerar ett pelletssystem så kommer man också att behöva en skorsten. Dagens krav i BBR säger att skorstenen måste vara en bit ovanför husetsnock³⁶, vilket i detta fall betyder en 15-20 meter hög skorsten. Vid större anläggningar där effekten är flera gånger högre än till *Vadden* kan man montera skorstenen intill pelletsförrådet, som Figur 4 visar. Dock är effekten till flerbostadshuset *Vadden* för liten vilket gör att pelletsförrådet inte blir tillräckligt högt. För *Vadden* kommer det därför att krävas en fristående skorsten eller att man väljer att placera brännaren i en undercentral i huset, då kommer skorstenen att integreras i byggnaden.³⁷

2.1.4 Solvärme

Solvärmen är miljövänligt uppvärmningsalternativ som inte bidrar med några lokala utsläpp och har en nästan obefintlig driftkostnad.

På grund av att Sverige under sommaren har så många soltimmar per dygn i förhållande till länderna vid medelhavet så är solinstrålningen i Sverige lika stor som solinstrålningen i till exempel Italien under en årsbasis. Solenergin som tillförs under månaderna april-september är mellan 900-1000 kWh/m².³⁸ En normal solfångare, har verkningsgraden 0,4-0,5 vilket betyder att den har kapacitet att ta till vara på 40-50 % av instrålningen.³⁹

För att få de bästa ekonomiska förutsättningarna bör man tidigt i projekteringsfasen ta hänsyn till solvärmeanläggningen och placera den i söder med en vinkel mellan 25-60 graders lutning. Det är också viktigt att man kan kombinera solvärmen med ett värmesystem som kräver en ackumulatortank, till exempel pelletsvärme. På så sätt behöver solvärmen inte ensam ta kostnaden för värmelagringen.⁴⁰

³⁶ Boverket (2) (2008) *Regelsamling för byggande, BBR 2008*. Tillgänglig: [http://www.boverket.se/Om-Boverket/Webbokhandel/Publikationer/2008/Regelsamling-for-byggande-BBR-20081\(090516\)](http://www.boverket.se/Om-Boverket/Webbokhandel/Publikationer/2008/Regelsamling-for-byggande-BBR-20081(090516)), s. 172.

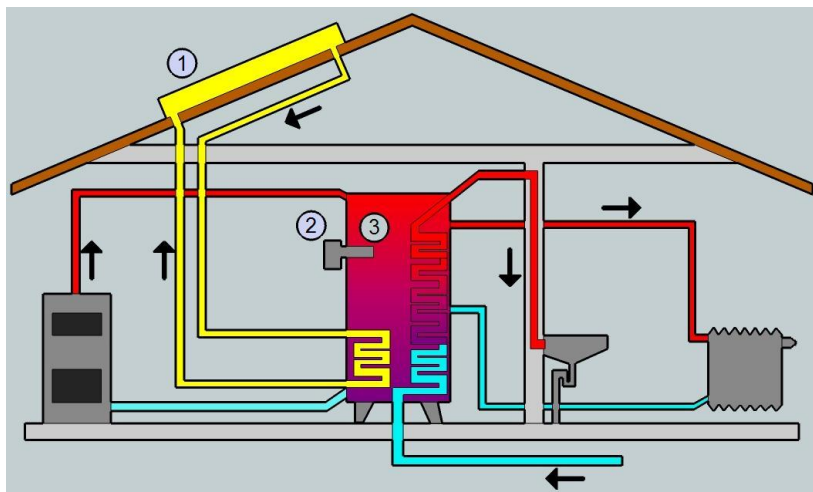
³⁷ Intervju: Bengt O Nilsson, Kvänum Energi, Lund, 090408.

³⁸ Energimyndigheten (5), *Solvärme*. Tillgänglig:

[http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Solvarme\(090516\)](http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Solvarme(090516)).

³⁹ André, Lars (2001) *Solenergi. Praktiska tillämpningar i bebyggelse*, Stockholm: AB Svensk Byggtjänst, s. 30.

⁴⁰ André, Lars (2001), s. 7, 66 f.



Figur 5: Principskiss på hur ett kombinerat sol- och pelletsvärmesystem kan se ut.

De flesta solfångarna som finns på marknaden bygger på ungefär samma princip och är uppbyggda av liknande komponenter. I Figur 5 visas en principskiss över hur ett värmesystem med solfångare och pelletsvärmesystem kan se ut. Solfångaren (1) absorberar strålningen från solen till en värmebärare, värmebäraren kan i enklaste fall vara vanligt vatten men för att skydda solfångarna mot frostsador tillsätts glykol. Värmebäraren för vidare värmen till en undercentral där det sker en värmeväxling och värmen förs över till en ackumulatortank (3). Ackumulatortanken har till uppgift att lagra energin och fördela ut värmen i huset då det behövs. En konventionell ackumulatortank kan behålla värmen under 1-5 dygn. I mindre system finns ofta en elpatron (2) placerad i tanken som används om effektbehovet i byggnaden är större än effektproduktionen från solfångarna. I de fall man kombinerat olika värmekällor används elpatronen bara på sommaren för att undvika korta drifttider på till exempel en kompletterande pelletsbrännare.⁴¹

Det finns flera typer av solfångare men de som är vanligast i Sverige är plana- och vakuümörssolfångare. Vakuümörssolfångare har en bättre verkningsgrad och producerar mer värme per kvadratmeter än de plana solfångarna. De har även en större instrålningsvinkel. Vakuümörssolfångare är således effektivare dock till ett högre inköpspris.⁴²

I Sverige är solvärmesystem som effektivast under sommaren då vi har flest soltimmar. Solvärmesystemet är dock inte tillräckligt för att täcka hela årets värmebehov och måste därför alltid kompletteras med en annan värmekälla.

⁴¹ Lunds Tekniska Högskola (2005) *Solvärme för flerbostadshus i Lund och Dalby. Analys och utvärdering*. Tillgänglig: <http://www.hvac.lth.se/publikationer/publ.html> (090516) s. 17 ff, 29.

⁴² Lunds Tekniska Högskola (2005), s. 12.

Solvärmesystemet dimensioneras ofta efter tappvarmvattenbehovet eftersom uppvärmningsbehovet under sommartider oftast är obefintligt.⁴³

Fördelarna med solvärme är den låga driftkostnaden och den låga klimatpåverkan. Nackdelarna med solvärmen är att det är dyrt att installera, vilket medför långa återbetalningstider,⁴⁴ samt att solvärmesystemet är som effektivast när behovet är som minst.⁴⁵ Idag kan man få stöd för att investera i solfångare. Stödets storlek är beroende av solfångarens årliga värmeutbyte. Stöd lämnas med 2,50 kronor för varje kWh värme som solfångaren producerar per år. Stödet är rambegränsat vilket innebär att stöd endast kan ges så länge pengarna räcker.⁴⁶

2.2 Ventilation och värmeåtervinning

2.2.1 Mekanisk frånluft (F-system)

Vid mekanisk frånluftventilation styrs frånluftventilationen med fläkt. Tidigare användes självdragventilation, men F-systemet är stabilare, ger en jämnare ventilation och är inte beroende av vädret utomhus. Tillförseln av tilluft sker via otätheter och uteluftsventiler precis som i S-systemen. F-systemet är i princip underhållsfritt, men kan behöva justeras för att få önskat luftflöde.⁴⁷

2.2.2 Från- och tilluft med värmeåtervinning (FTX-system)

Ett FTX-system är en från- och tilluftventilation där man återvinner värmen ur frånluften. För att ta vara på värmen använder man sig av olika värmeåtervinningsapparater som till exempel en plattvärmeväxlare. Med hjälp av dessa kan man med ett FTX-system minska energiförbrukningen för uppvärmning av tilluft med 70-80%.⁴⁸

FT-system skapar ett bättre inomhusklimat men det kräver också regelbunden tillsyn av fläktar och filter. Om man inte genomför underhåll kan ventilationen komma i obalans vilket kan leda till att det blir övertryck i huset. Detta kan leda till fuktskador och bör därför undvikas.⁴⁹

⁴³ André, Lars (2001), s. 68.

⁴⁴ Energimyndigheten (5), *Solvärme*.

⁴⁵ Warfvinge (2007), s. 6:10.

⁴⁶ Boverket (1) (2009) *Information om stöd för investeringar i solvärme*. Tillgänglig: [http://www.boverket.se/Bidrag--Stod/Solvarmestod\(090516\)](http://www.boverket.se/Bidrag--Stod/Solvarmestod(090516)), s. 2.

⁴⁷ Warfvinge (2007), s. 7:5.

⁴⁸ Warfvinge (2007), s. 7:7.

⁴⁹ Warfvinge (2007), s. 7:6 f.

2.2.3 Frånluftsvärmepump (FVP-system)

Frånluftsvärmepumpen fungerar likadant som bergvärmepumpen (se kap 2.1.2 Bergvärme), men använder frånluften i husets F-system som värmekälla istället för värmen i marken. Alltså bör frånluftsvärmepumpen ses som ett komplement till andra värmekällor. Värmefaktorn är hög eftersom frånluftstemperaturen är hög och har liten variation under hela året.⁵⁰

2.3 BBR – Boverkets byggregler

2.3.1 Allmänt

Uppvärmning och kylning av hus krävs för att vi ska få ett behagligt inomhusklimat. I BBR ställs det krav på att detta ska göras med en liten energimängd, dock utan att det skapar ett oacceptabelt inomhusklimat. Kraven är uppdelade i tre områden: specifik energianvändning, eleffektbehov för uppvärmning och värmegenomgångskoefficienten (U_m) för byggnadsdelar och köldbryggor. Dessa värden behöver man kontrollera genom beräkningar redan under projekteringen, men det ska även följas upp efter att byggnaden är klar och tagits i bruk.⁵¹

I februari 2009 kom ett supplement till BBR 2008. Detta supplement berör främst energihushållningen. I de nya reglerna ställs det hårdare krav på byggnader som använder el för uppvärmning och kylning, krav som tidigare bara fanns för direktverkande el i småhus. Kravet gäller högsta installerade eleffekt för uppvärmning, med syfte att minska eleffektuttaget de timmar då det är som kallast på året. Byggnaden ska även ha ett mätsystem för att kunna verifiera att energikraven uppfylls. Det underlättar även arbetet med att energideklarera byggnaden och kan bidra till minskad energianvändning.⁵²

2.3.2 BBR:s krav tillämpade på *Vadden*

I de beräkningar som gjorts för *Vadden* i denna rapport blir BBR:s krav olika beroende på om man använder el till värmepumpen eller inte. *Vadden* som är placerat i Skövde räknas till klimatzon tre vid beräkningarna, vilket ger de krav som visas i Tabell 1 och 2.⁵³

⁵⁰ Warfvinge (2007), s. 6:10.

⁵¹ Boverket (3) (2009) *Regelsamling för byggande, BBR 2008. Supplement februari 2009, 9 Energihushållning*. Tillgänglig: [http://www.boverket.se/Om-Boverket/Webbokhandel/Publikationer/2008/Regelsamling-for-byggande-BBR-20081\(090516\)](http://www.boverket.se/Om-Boverket/Webbokhandel/Publikationer/2008/Regelsamling-for-byggande-BBR-20081(090516)), s. 7 ff.

⁵² Boverket (3) (2009), s. 7 ff.

⁵³ Boverket (3) (2009), s. 20 ff.

Byggnadens specifika energianvändning (kWh/m ² A _{temp} år)	110
Genomsnittlig värmekoefficient (W/m ² K)	0,5

Tabell 1 - Krav för flerbostadshuset Vadden utan elvärme

Byggnadens specifika energianvändning (kWh/m ² A _{temp} år)	55
Installerad eleffekt för uppvärmning (kW) plus tillägg då A _{temp} är större än 130 m ²	52,4
Genomsnittlig värmekoefficient (W/m ² K)	0,4

Tabell 2 – Krav för flerbostadshuset Vadden med elvärme

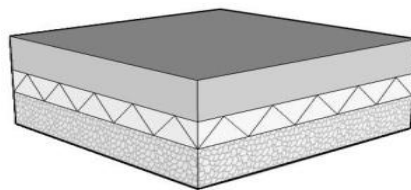
2.4 Byggnadens förutsättningar

Här presenteras förutsättningarna för *Vadden* och *Vadden plus*, som är den fingerade versionen. Syftet med *Vadden plus* är att genom att förbättra U-värdet och luftläckaget skapa två stycken fall, ett fall med en relativt normal energiåtgång (*Vadden*) och ett fall med låg energiåtgång (*Vadden plus*). Utifrån detta är det möjligt att avgöra hur stor påverkan valet av värmekälla har, till exempel om det är bättre för miljön att använda ett hus med fjärrvärme och en relativt hög energiåtgång kontra ett hus som har en låg energiåtgång men som istället använder el som värmekälla. Det kommer även vara möjligt att avgöra ur ett förvaltarperspektiv vilken modell för uppvärmning som är billigast. Är det låga driftkostnader och en hög investeringskostnad eller är det höga driftkostnader och en låg investeringskostnad som är mest lönsamt.

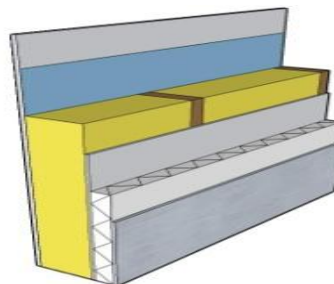
2.4.1 Vadden

Kvarteret Vadden i Skövde byggdes av Peab 2005-2007. Det består av tre punkthus med 22 lägenheter i vart hus. Varje hus har en tempererad golvarea (A_{temp}) på 2046 m² och ett ventilationsbehov på 715 l/s. Beräkningar i denna rapport utgår från den konstruktion som använts på husen i kvarteret Vadden, men räknar endast med ett hus som kallas *Vadden*.

Vaddens klimatskal består av en grund som är en platta på mark med 100 mm cellplastsisolering under. I väggarna är det 145 mm mineralullsisolering och en 50 mm cellplastskiva med utvändig puts.



Figur 6: Grund Vadden



Figur 7: Vagg Vadden

Vindsbjälklaget är ordentligt isolerat med 375 mm lösull.

Flerbostadshuset har ett lågtempererat värmesystem med radiatorer, utan golvvärme.

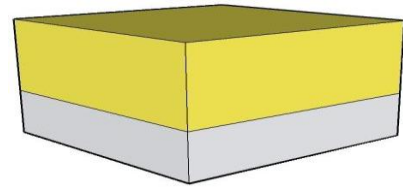
2.4.2 Vadden plus

Vadden plus utgår från den verkliga konstruktionen med samma ytor, men med ett förbättrat klimatskal. Klimatskalet kommer från ett passivhus som Peab har byggt i Kungshamn. Denna konstruktion har bättre U_m -värde tack vare mer isolering, bättre isolerade anslutningar samt andra fönster.

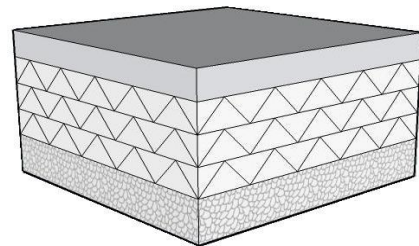
I plattan är det 300 mm cellplastisolering. I väggarna är det totalt 385 mm mineralullsisolering och 50 mm cellplast. I vindsbjälklaget är det 455 mm lösull.

I *Vadden plus* har även fönster och altandörrar förbättrats. U-värdet låg tidigare på $1,4\text{W/m}^2\text{K}$, men har sänkts till $0,9\text{W/m}^2\text{K}$. Med bättre tätning kring dörrar, fönster och andra installationer har läckaget i huset sänkts från 0,8 till 0,3 l/s.

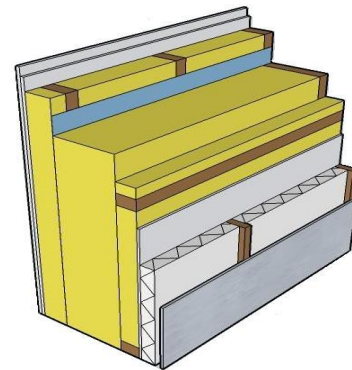
Den nya konstruktionen minskar även köldbryggorna bland annat vid mellanbjälklagen.



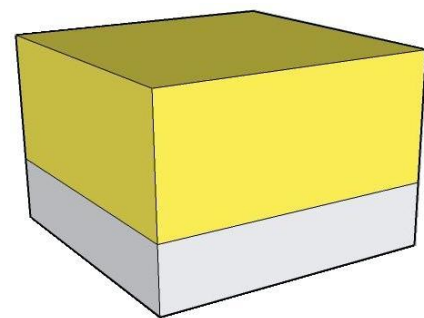
Figur 8: Vindsbjälklag Vadden



Figur 9: Grund Vadden plus



Figur 10: Vagg Vadden plus



Figur 11: Vindsbjälklag Vadden plus

2.4.3 Skillnader mellan Vadden och Vadden plus

Parametrar som skiljer för *Vadden* och *Vadden plus* beskrivs med siffror i Tabell 3 nedan. U_m -värden (inklusive köldbryggor) är framtagna med Vip-plus och läckage 0,3 l/s, m² vid +/- 50 Pa är det läckaget som är tillåtet i ett passivhus.⁵⁴

	Vadden	Vadden plus	
Luftflöden:			
Luftläckage (l/s, m ² vid 50 Pa)	0,8	0,3	
Ventilation (l/s)	715	715	
U-värden	(W/m²,K):	(W/m²,K):	Area (m²)
Väggar	0,221	0,111	1075
Vindsbjälklag	0,173	0,097	341
Platta på mark zon 1	0,276	0,114	19
Platta på mark zon 2	0,178	0,097	41
Platta på mark zon 3	0,158	0,092	6,4
Fönster	1,4	0,9	379
Dörrar	1	1	79
	ψ	ψ	
Köldbryggor (W/m,K):	(W/m, K)	(W/m, K)	Längd [m]
Grund	0,1966	0,1217	74
Mellanbjälklag	0,2269	0,0154	370
Vindsbjälklag	0,2378	0,0654	74
Hörn	0,0512	0,0129	41
Fönster	0,0209	0,0339	596
Dörrar	0,0209	0,0339	321
Um-värden [W/m²k]:	0,479	0,285	

Tabell 3: Tabellen redovisar luftläckage, ventilation, U-värden och köldbryggor för respektive konstruktionslösning.

Det framgår i tabellen att U-värdena och köldbryggorna minskar i *Vadden plus* med undantag för köldbryggorna som uppstår vid anslutningarna till fönster och dörrar. Det beror på att de är placerade längre ut i fasaden i *Vadden plus* vilket skapar ett större värmeflöde.

2.4.4 Beräkningsförutsättningar

I de fall man återvinner frånluften i byggnaden kommer det att användas ett FTX-system med 84 procent värmeåtervinning. Verkningsgraden är reducerad

⁵⁴Forum för Energieffektiva Byggnader (2008) *Kravspecifikation för passivhus i Sverige - Energieffektiva bostäder*. Tillgänglig:

<http://www.passivhuscentrum.se/kravspecifikation.html> (090516), s. 9.

till 80 procent i beräkningarna eftersom återvinningsfaktorn ofta är lite för högt värderad. I praktiken är det svårt att nå så höga verkningsgrader.⁵⁵

2.5 Miljö

2.5.1 Miljövärdering av energi

Det pågår just nu en diskussion om huruvida man ska miljövärdera el. Den 30 mars 2009 fastslog miljööverdomstolen att man generellt inte kan avgöra huruvida värmepump eller fjärrvärme är det bästa uppvärmningsalternativet ur miljösynpunkt. Bakgrunden till fallet är att en fastighetsägare i Värnamo förbjöds att installera en bergvärmepump med motiveringen att fjärrvärme är den bästa möjliga tekniken ur miljösynpunkt. Fallet gick ända upp i miljööverdomstolen där man nu alltså fastslagit att man inte kan avgöra vilket av värmepump eller fjärrvärme som är bäst ur miljösynpunkt, med motiveringen att man inte entydigt kan påvisa att något utav alternativen är bättre än det andra.⁵⁶ Även uttalande från Energimyndigheten stödjer detta:

Att avgöra huruvida fjärrvärme är bättre än bergvärme är svårt därför att det beror av anläggning och vilken energikälla som används. En bergvärmepump som drivs med produktionspecificerad förnybar elektricitet kan ur miljöhanseende vara bättre än fjärrvärme som till stor del är fossilbaserad. På samma sätt kan fjärrvärmen med kontrakterad förnybar värme vara bättre ur miljöhanseende än en bergvärme utan kontrakterad förnybar elektricitet.⁵⁷

Ur Figur 12 kan utläsas att man i Skövde nästan uteslutande använder förnybara energikällor med en tyngdpunkt på biobränsle och avfall. På grund av att det i Skövde används så stor del förnyelsebar energi i produktionen av fjärrvärme kommer system-bio⁵⁸ att användas som faktor för fjärrvärmens koldioxidutsläpp i rapportens resultatdel.

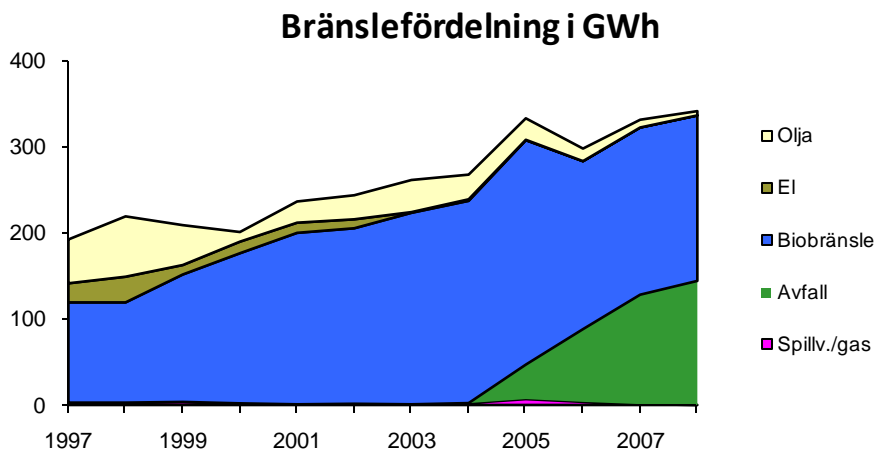
⁵⁵ Intervju: Jenny Haryd, WSP-Environmental, Malmö, 090310.

⁵⁶ Energimyndigheten (8) (2008), *Yttrande angående miljöbelastning av bergvärme som uppvärmning jämfört med fjärrvärme producerad med biobränsle*. Tillgänglig:

[http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Koldioxidvardering-av-energianvandning/Miljoeffekter-av-forandrad-energitillforsel\(090516\)](http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Koldioxidvardering-av-energianvandning/Miljoeffekter-av-forandrad-energitillforsel(090516)), s. 1 f.

⁵⁷ Energimyndigheten (8) (2008), s. 2.

⁵⁸ System-bio är en faktor som används vid beräkning av koldioxidutsläpp, beskrivs i Bilaga 1, Tabell 3.



Figur 12: Utveckling av bränslefördelningen för fjärrvärmeproduktionen i Skövde⁵⁹

En viktig fråga är om biobränsle kan anses koldioxid neutralt, det vill säga att det inte ger något nettotillskott av koldioxid. I denna rapport används Energimyndighetens rekommendationer om att biobränsle bedöms vara koldioxid neutralt eftersom att de indirekta effekterna av biobränsle idag är små.⁶⁰

2.5.2 Marginal- eller genomsnittsperspektiv

Om man skall jämföra olika energikällors miljöpåverkan måste man fastslå ur vilket perspektiv man skall se det ifrån. Med marginalperspektiv menas att man ser till vilken produktionsmetod som ökar eller minskar vid en förändring av energikonsumtionen. Med genomsnittsdata utgår man ifrån medelvärden, det vill säga att man använder faktorer som är ett medelvärde av de olika energiproduktionsmetoderna som finns.⁶¹ När man fastslagit vilket perspektiv som ska användas, finns det givna faktorer för hur stora koldioxidutsläppen är per kilowattimme producerad energi.

I Skövde finns bara en fjärrvärmelieferantör vilket gör det lätt att definiera hur fjärrvärmeproduktionen går till. När det gäller elleverantör har konsumenten däremot möjlighet att välja flera eftersom man inte är bunden till endast lokala producenter. Detta gör att man måste använda sig av statistik över vilken produktionsmetod som används. I Figur 13 visas en fördelning av de rörliga kostnaderna för respektive elenergikälla. Elleverantörerna levererar

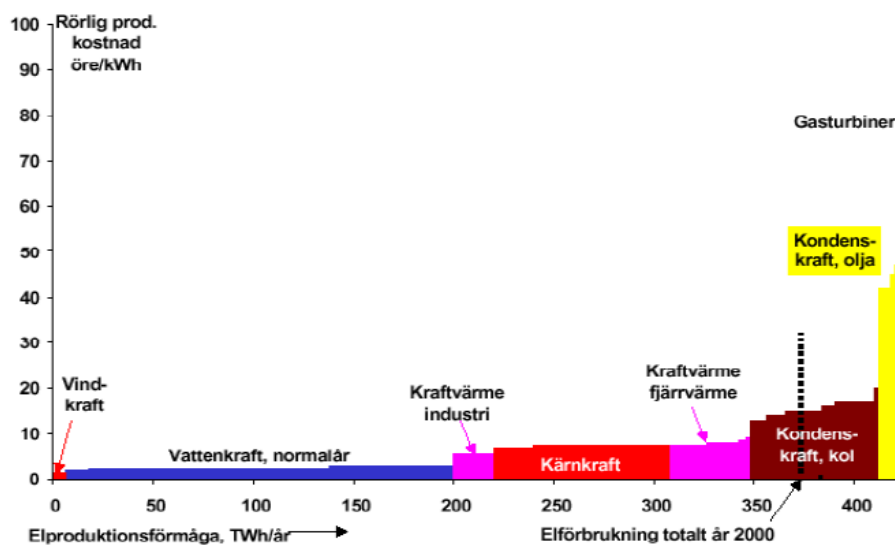
⁵⁹ Skövde Värmevärk (2), *Produktionsanläggningar*. Tillgänglig: http://www.varmeverk.skovde.se/templates/S_ListPage.aspx?id=10847 (090516).

⁶⁰ Energimyndigheten (2008), *Koldioxidvärdering av energianvändning. Vad kan du göra för klimatet?* rapportförfattare: Tobias Persson. Tillgänglig:

<http://www.energimyndigheten.se/sv/foretag/Koldioxidvardering-av-energianvandning> (090516), s. 31.

⁶¹ Energimyndigheten (2008), s. 12 f.

naturligtvis den el som kostar minst att producera, vilket leder till att den produktionsmetoden som har störst rörlig kostnad produceras sist och hamnar således på marginalen. Man kan även avläsa att Nordens totala elförbrukning ligger på ungefär 370 TWh/år. För att tillgodose behovet hos kunderna måste elleverantörerna även använda kolkondenskraft. Om man minskar eller ökar elkonsumenterna i Norden kommer man således också att öka eller minska kolkondenskraften, därav används kolkondenskraften som produktionsmetod i ett marginalesperspektiv.⁶² Om man istället ska använda ett genomsnittsperspektiv för att värdera elen så tas det hänsyn till alla produktionsmetoder och man viktat fram en faktor för koldioxidutsläppen.



Figur 13: Schematisk figur över utbudet av elproduktionen i Norden

Hur man värderar energins miljöpåverkan skiftar mellan olika aktörer på marknaden, beroende på vilken sida av debatten man står på. De aktörer som står för en minskad elanvändning förespråkar att man ska använda sig av marginalenergiperspektivet och de aktörer som stödjer en ökad elanvändning tenderar att välja genomsnittenergiperspektivet.⁶³ Energimyndigheten och miljööverdomstolen har dock fastslagit att när energin miljövärderas ska det beräknas med marginalperspektiv.⁶⁴

I beräkningar för nybyggda hus bör betänkas att energianvändningen i de olika systemen antas vara i minst 20 år, om man då väljer att se till marginalenergiperspektivet så är det också lämpligt att använda en långsiktig lösning, det vill säga naturgaskombi⁶⁵, som marginalproduktion. Antagandet grundas på att forskare spår att naturgaskombi kan vara den

⁶² Energimyndigheten (2008), s. 15 ff.

⁶³ Energimyndigheten (2008), s. 6.

⁶⁴ Email, Tobias Persson, Energimyndigheten 090424

⁶⁵ Elproduktion med naturgas.

elproduktionsmetoden som i framtiden kan ligga på marginalen, istället för kolkondensens. De naturgaseldade kondensverkens ger mindre utsläpp och ges därför en mer fördelaktigt emissionsfaktor än det kortsiktiga kolkondenskraftverken.⁶⁶

	Marginal [kg/MWh]	Genomsnitt [kg/MWh]
El	400	99,491
Fjärrvärme	92,5	91,082
Pellets	1,98	1,98
Solvärme	0	0

Tabell 4: Tabellen anger de koldioxidfaktorer som används i rapporten⁶⁷

Faktorerna för marginalperspektivet är för fjärrvärme och el hämtat från rapporten *Koldioxidvärdering av energianvändning. Vad kan du göra för klimatet?* Övriga faktorer är hämtade från rapporten från Energimarknadsinspektionen *Uppvärmning i Sverige 2008*. Notera att el-faktorn varierar stort medan fjärrvärmefaktorn i princip är densamma för marginal och genomsnitt.

2.6 Ekonomi

När man jämför kostnader för olika uppvärmningsalternativ med olika energieffektiva åtgärder finns många olika metoder. I denna rapport kommer kostnaderna jämföras ur ett LCC-perspektiv. Detta görs med nuvärdesmetoden. Nuvärdesmetoden tar hänsyn till hela kostnaden ur ett förvaltarperspektiv och man kan på ett enkelt sätt jämföra den initiala kostnaden. Den syftar till att samla alla kostnader till en nolltidpunkt.⁶⁸ I denna rapport kommer nuvärdesberäkningarna att presenteras som LCC. Om nuvärdet divideras med livslängden på investeringen så man får ett värde som går att jämför mot andra investeringar, trots att investeringarna har olika livslängder. LCC redovisas per år och per kvadratmeter uthyrningsbar yta.⁶⁹

I livscykelkostnaden (LCC) ingår material-, installations-, reparations-, underhålls- och driftkostnader. Beräkningarna är gjorda med en real kalkylränta på 5 procent, vilket betyder att inflationen inte är medräknad i kalkylräntan.⁷⁰ Kalkylräntans storlek baseras på vilket avkastningskrav

⁶⁶ Energimyndigheten (2008), s. 16.

⁶⁷ Se Bilaga 1.

⁶⁸ Energimyndigheten (1), *Beräkna LCC*. Tillgänglig:

<http://www.energimyndigheten.se/sv/foretag/energieffektivisering-i-foretag/Stall-krav-vid-inkop/Livscykelkostnad/Berakna-LCC> (090516).

⁶⁹ Intervju: Mats Persson, Tekn Dr på Institutionen Byggproduktion, LTH, Lund, 090423.

⁷⁰ Intervju: Mats Persson, Tekn Dr på Institutionen Byggproduktion, LTH, Lund, 090423.

företaget kan förvänta sig från alternativa investeringar. Antagandet om vilken kalkylränta som används spelar en avgörande roll för kalkylens utfall. En hög kalkylränta resulterar i att närliggande utbetalningar kan ges större vikt än betalningar som sker längre fram i tiden.⁷¹

De utbetalningar som sker är:

- I: Investeringskostnad (material- och installationskostnad)
- D: Driftkostnad
- U: Underhållskostnad
- R: Reparationskostnad

Driftkostnader för investeringen innefattar den köpta energin. När man utför en energieffektiviseringsåtgärd för att minska energiförbrukningen kommer således driftkostnaderna att minska och investeringskostnaden öka. Vilket som är mest lönsamt visar sig i LCC-analysen.

Beräkning av nuvärdet görs på följande vis:

$$\text{Nuvärdet} = I + \sum D * \text{Nuvärde} + \sum R * \text{Nuvärde} + \sum U * \text{Nuvärde}^{72}$$

$$\text{LCC} = \text{Nuvärdet} / (\text{livslängd} * \text{BOA}) \text{ [kr/m}^2, \text{ år]}, \text{ BOA är beräknad till } 1737\text{m}^2.$$

Energipriserna för fjärrvärme varierar med hur stor energianvändningen i byggnaden är. Därför redovisas i tabellen nedan hur energikostnaderna fördelar sig för respektive energiförbrukning. Observera att det endast är fjärrvärmens som i denna undersökning påverkas av energibehovet.

Energianvändning	Vadden (F)	Vadden (FTX)	Vadden (FVP)	V. plus (F)	V. plus (FTX)	V. plus (FVP)
El [kr] ⁷³	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Fjärrvärme [kr] ⁷⁴	0,48	0,48	0,49	0,48	0,49	0,50
Pellets[kr] ⁷⁵	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36

Tabell 5: Energipriserna som används i rapporten, exklusive moms.

⁷¹ Nationalencyklopedin (sökord: kalkylränta), Tillgänglig: <http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/kalkylränta> (090516).

⁷² Nuvärdefaktor hämtad från Skärvad, Per-Hugo & Jan Olsson (2007) *Företagsekonomi 100*, upplaga 13:1 (första upplagan 1993), Malmö: Liber AB, s. 486.

⁷³ Statistiska centralbyrån, *Månadsvärden apr2004 (jan1996)-mars2009* (3-års avtal, villa med elvärme), Tillgänglig: http://www.scb.se/Pages/ProductTables____6429.aspx (090516).

⁷⁴ Skövde Värmeverk (1), *Fjärrvärmesaxa*. Tillgänglig: http://www.varmeverk.skovde.se/templates/S_Article.aspx?id=10809 (090516).

⁷⁵ Energimarknadsinspektionen (2008), s. 6.

Prisutvecklingen är framtagen och extrapolerad ur rapporten *Uppvärmning i Sverige 2008* där det finns statistik som sträcker sig 10 år tillbaka.⁷⁶ Den årliga prisutvecklingen för respektive värmekälla är beräknad till:

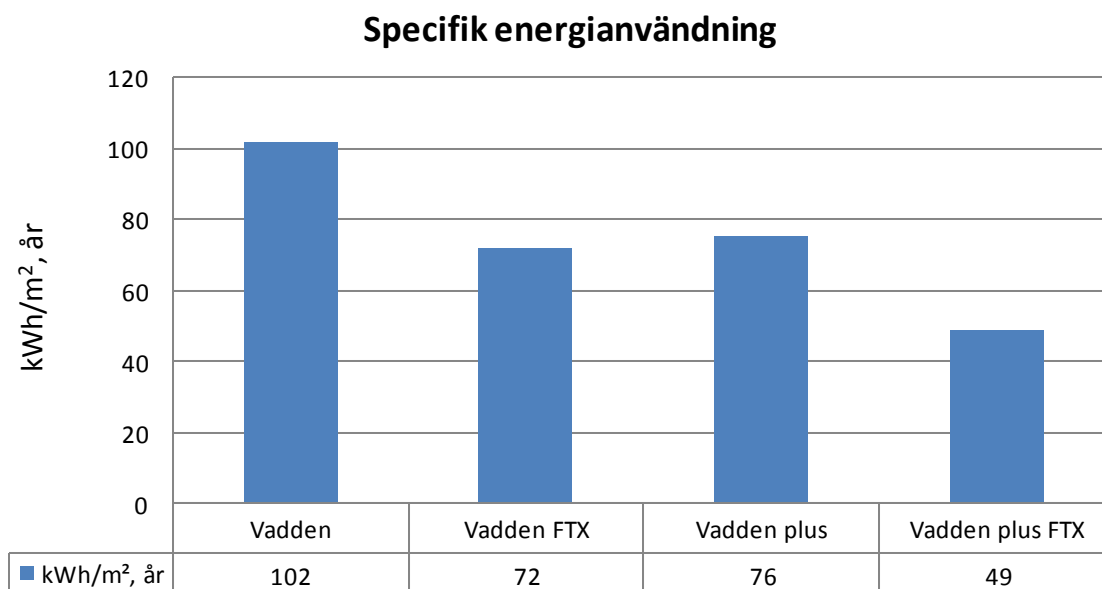
- El: 5,2 %
- Fjärrvärme: 2,0 %
- Pellets: 5,0 %

3 Resultat

Detta avsnitt består av fyra delar. Inledningsvis kommer beräkningarna för energianvändningen och effektbehovet för de olika alternativen att redovisas. Därefter utförs beräkningar på vilken miljöpåverkan respektive fall medför och vilken livscykelkostnad som uppkommer. Slutligen utförs en känslighetsanalys där resultatet prövas med andra parametrar.

3.1 Energianvändning

Energianvändningen för *Vadden* kommer att variera beroende på hur man väljer att utforma uppvärmningssystemet. Figur 14 visar den specifika energianvändningen i *Vadden* och *Vadden plus* när de värms upp med fjärrvärme. Där framgår hur energianvändningen varierar beroende av hur man utformar klimatskal, läckage och ventilation. I den specifika energianvändningen ingår energin till uppvärmning och energin som krävs för att värma tappvarmvattnet, samt driftel.



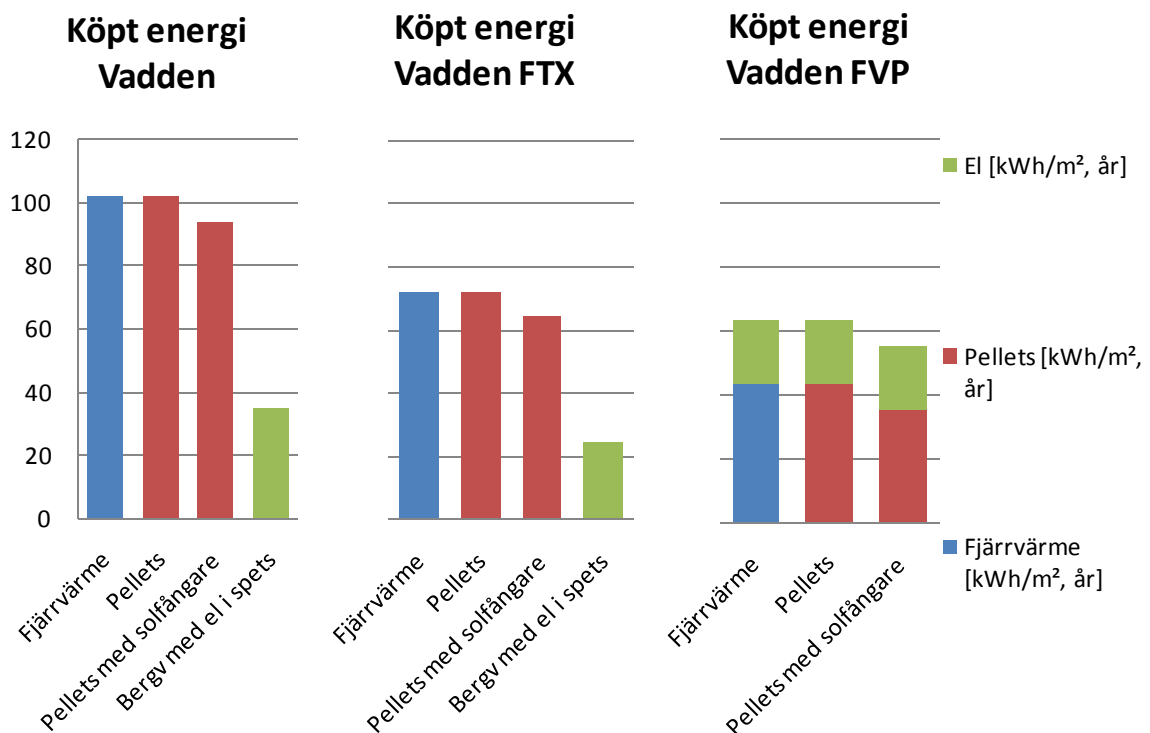
Figur 14: Den specifika energianvändningen för uppvärmning och tappvarmvatten.

⁷⁶ Energimarknadsinspektionen (2008), s. 16,20,23.

Det framgår i Figur 14 att energianvändningen är som högst i *Vadden*. Alternativen *Vadden FTX* och *Vadden plus* ligger på en liknande nivå medan *Vadden plus FTX* är den konstruktionen som har den lägsta energianvändning på 49 kWh/m², år. Alltså är det ur energisparande syfte ungefär lika effektivt att använda ventilationssystem med värmeåtervinning som det är att förbättra husets transmissions- och läckageförluster. Vilket alternativ som är billigast att utföra återkommer i kapitel 3.4.

3.1.1 Köpt energi *Vadden*

Den köpta energin i byggnaden kommer att variera beroende på hur man utformar uppvärmningssystemet. I Figur 15 framgår hur den köpta energin för uppvärmningen och tappvarmvattnet, exklusive hushållsenergi ser ut i flerbostadshuset *Vadden*. Diagrammet visar främst hur den köpta energin varierar då man utför en energieffektiviserande åtgärd. I de beräkningar då solvärme används reduceras den specifika energianvändningen med den energi som solfångaren ger.⁷⁷



Figur 15: Köpt energi för uppvärmning och tappvarmvatten exklusive hushållsenergi till *Vadden*.

⁷⁷ Boverket (3) (2009), s. 23.

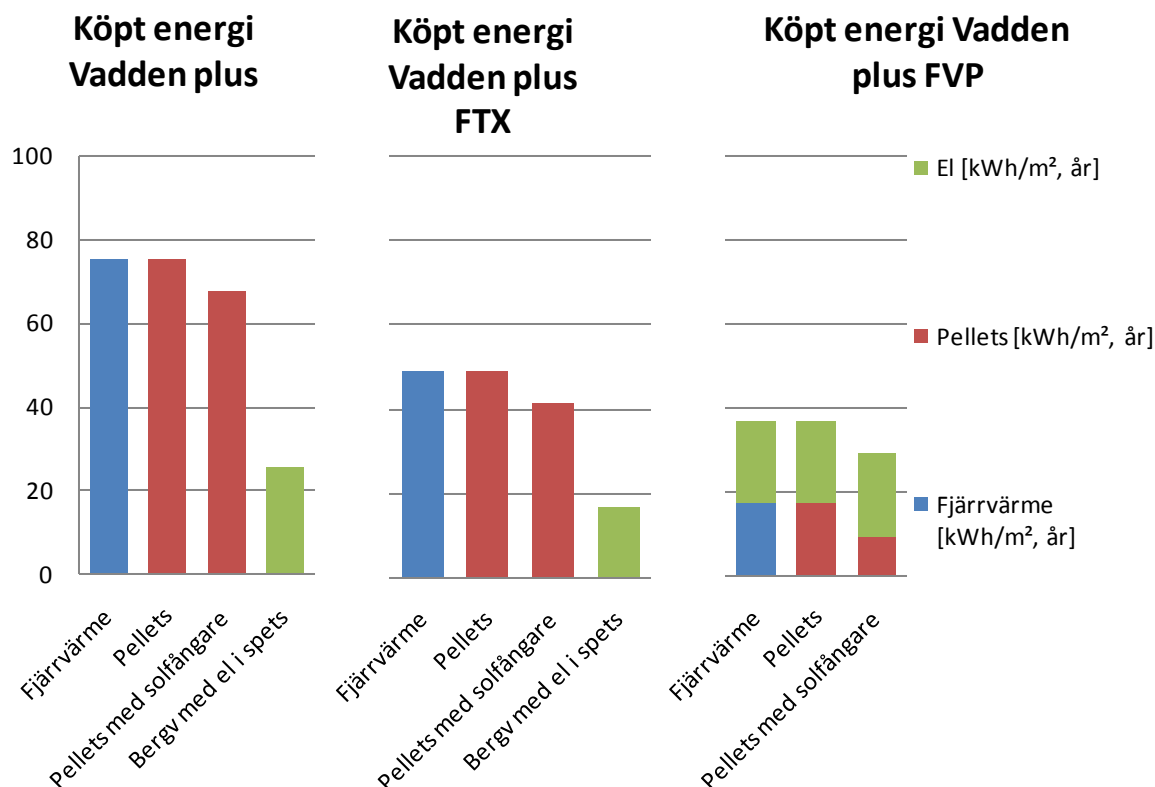
	Specifik energianvändning [kWh/m ² , år]		
	Vadden	Vadden FTX	Vadden FVP
Fjärrvärme	102	72	63
Pellets	102	72	63
Pellets med solfångare	94	64	55
Bergvärme med el som spets energi	35	25	

Tabell 6: Specifik energianvändning i Vadden.

Den köpta energin för alternativen fjärrvärme och pellets är i de tre modellerna identiska. I fallet pellets med solvärme är den köpta energin reducerad med 7,82 kWh/m²,år, det vill säga den energibesparingen som årligen görs med solvärme. Eftersom solvärmen är dimensionerad efter tappvarmvattenbehovet kommer de 7,82 kWh/m²,år aldrig gå till spillo, oavsett energibehovet för uppvärmningen. När det används en bergvärmepump som värmekälla minskar den köpta energin med faktorn 3, vilket betyder att 67 procent är gratisenergi och 33 procent är el. Alternativet bergvärme med FTX-ventilation ger den lägsta energianvändningen. När det används en frånluftsvärmepump med värmefaktor 3 som komplement till den primära värmekällan minskar behovet av den köpta energin med ca 40 procent. Energianvändningen specificeras också i Tabell 6. Notera att samtliga alternativ klarar BBR:s krav på specifik energianvändning.

3.1.2 Köpt energi *Vadden plus*

Energianvändningen i *Vadden plus* redovisas i Figur 16. Fördelningen av den köpta energin i *Vadden* och *Vadden plus* visar ungefär samma relativa resultat, med den skillnaden att energianvändningen är mycket lägre i *Vadden plus*. Alternativet att använda en bergvärmepump tillsammans med värmeåtervinning ger för *Vadden plus* mycket lågt värde, 14 kWh/m², år. Även dessa alternativ klarar av BBR:s krav på specifik energianvändning.



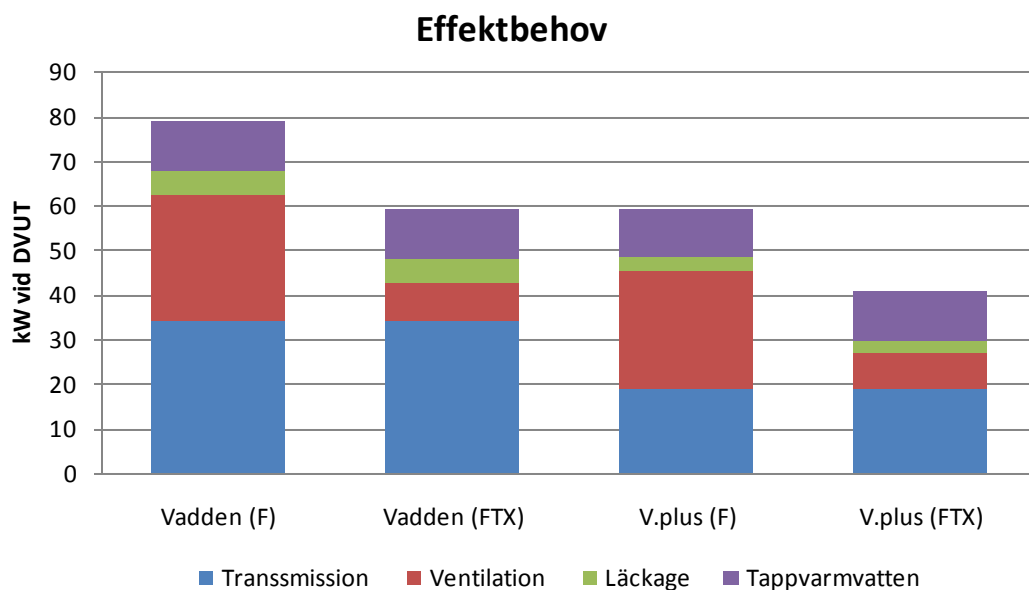
Figur 16: Köpt energi för uppvärmning och tappvarmvatten exklusive hushållsenergi till Vadden plus.

	Specifik energianvändning [kWh/m², år]		
	Vadden	Vadden FTX	Vadden FVP
Fjärrvärme	76	49	37
Pellets	76	49	37
Pellets med solfångare	68	41	29
Bergvärme med el som spets energi	26	14	

Tabell 7: Specifik energianvändning i Vadden plus

3.2 Effektbehov

Effektbehovet vid DUT (dimensionerande utomhustemperatur) är viktigt att veta för att kunna dimensionera ett värmesystem. Effektbehovet delas upp i fyra delar: transmissionsförluster, ventilationsförluster, läckageförluster och tappvarmvattenförluster. Beräkningarna genomförs enligt Catarina Warfvings kompendium *Installationsteknik AK för V* (2007) med kompletteringar från *Regelsamling för byggande, BBR 2008. Supplement februari 2009, 9 Energihushållning*. Fullständiga beräkningar och antaganden redovisas i Bilaga 3.



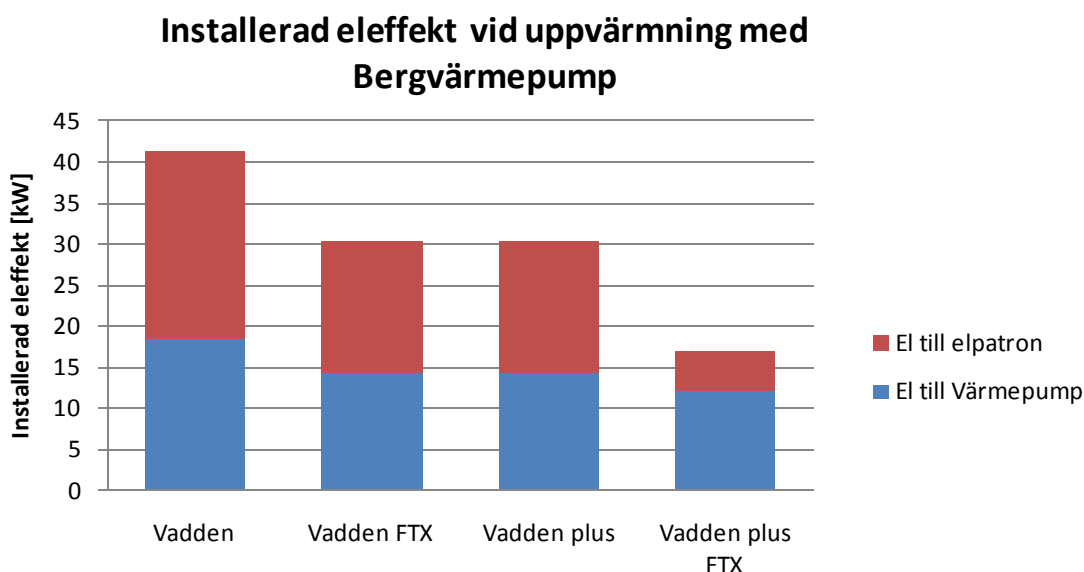
Figur 17: Illustrerar storlek och fördelning av effektbehoven för de olika systemen.

Figur 17 ovan visar hur stort effektbehovet är i de olika fallen och hur de olika förlusterna är fördelade över effektbehovet. FTX-systemets värmeåtervinning minskar ventilationsförlusterna betydligt, på samma sätt som de byggnadstekniska åtgärderna i *Vadden plus* minskar transmissionsförlusterna. Det lägsta effektbehovet har därför *Vadden plus FTX*.

3.2.1 Max installerad eleffekt

I BBR:s nya krav från 2009 (se kap 2.3.1) finns det ett krav på max installerad eleffekt för uppvärmning. Kravet som ställs gäller den eleffekt som byggnaden kräver under den kallaste dagen på året. Den nya regeln kommer att påverka fallet med värmepumpar. Värmepumpen dimensioneras för att klara ca 75 procent av toppeffekten,⁷⁸ resterande effekt kommer att tillföras på ett annat sätt. Det största effektbehovet för de olika systemlösningarna har *Vadden*, där effektbehovet är 79,2 kW vid DUT. Om man använder en värmepump för att klara effektbehovet så används i detta fall en värmepump på 55 kW. Den dimensioneras med andra ord för 70 procent av toppeffekten. Värmepumpen har en värmefaktor på 3 vilket betyder att mängden energi som tillförs för att få ut 55 kW är 18,3 kW. Toppeffekten som är 79,2 kW uppstår mycket sällan men då behovet är så stort kommer en elpatron att täcka de resterande 30 procenten. I Figur 18 nedan beskrivs hur stor den installerade eleffekten är i de fyra olika systemen då man använder en bergvärmepump som energikälla.

⁷⁸ Intervju: Henrik Berglund, ordförande i Värmepumpsföreningen, Malmö, 090415.



Figur 18: Max installerad eleffekt i Vadden och Vadden plus

Enligt BBR får den maximala installerade eleffekten i *Vadden* och *Vadden plus* vara 52,4 kW.⁷⁹ Den största installerade eleffekten uppstår i alternativet *Vadden* där den installerade effekten är 41,3kW. Det lägsta värdet är i *Vadden plus FTX*, 17 kW. Alltså klarar alla alternativ BBR:s krav på installerad eleffekt.

Samtliga bergvärmepumpar har en värmefaktor på 3 och i Tabell 8 visas vilken dimensionerande effekt som respektive värmepump avger.

	Avgiven effekt från värmepumpen [kW]
Vadden	55
Vadden FTX	43
Vadden plus	43
Vadden plus FTX	36

Tabell 8: Avgiven effekt som respektive hus dimensioneras för.

3.3 Miljöredovisning

Beräkningarna för att ta fram vilket koldioxidutsläpp respektive system medför beräknas på följande vis:

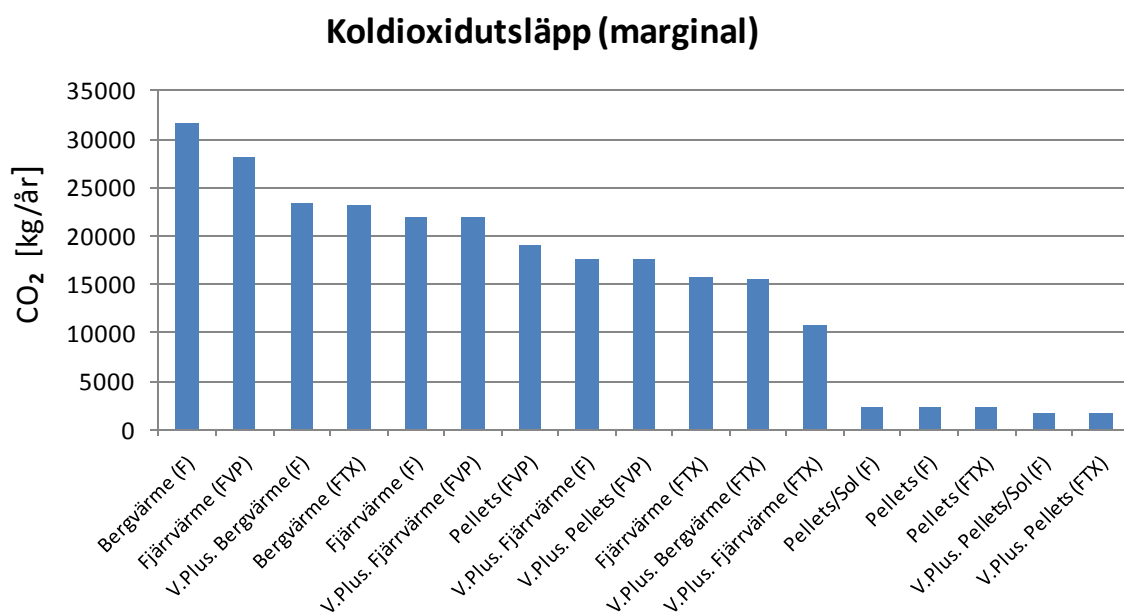
$$CO_2 = \sum \text{köpt energi} * \text{koldioxidfaktor} / \text{verkningsgrad}$$

⁷⁹ Uträkningar i kapitel 2.3.2

Den köpta energin som i denna rapport är medräknad för att avgöra CO₂ utsläppen är:

- El till cirkulationspumpar
- El för att driva ventilationen
- Energi för uppvärmning av tappvarmvatten och radiatorer

I Figur 19 illustreras hur fördelningen ser ut om man tillämpar ett marginalperspektiv på utsläppen.



Figur 19: Koldioxidutsläppen per år, ur ett marginalperspektiv.

Inte helt oväntat är det pellets som ger det bästa resultatet med tanke på att biobränsle antas vara koldioxidneutralt. De uppvärmningssystem som använder sig av el för uppvärmning framstår i denna jämförelse som mycket miljövänligt med höga emissioner av koldioxid. Även en relativt liten tillsats av el, till exempel genom att använda en frånluftsvärmepump, ger snabbt höga värden. En intressant notering är att det, ur ett marginalenergiperspektiv, är sämre för miljön att använda solfångare som komplement till pellets än att inte använda det. Det beror på att solfångare kräver viss mängd el för att driva cirkulationspumpen.⁸⁰ Det framgår också att i de fall där man inte använder någon energieffektiviserande åtgärd blir emissionerna höga. Det verkliga flerbostadshuset *Vadden* konstateras ligga på en relativt hög nivå av koldioxidutsläpp trots att man använder fjärrvärme som värmekälla. Det beror på att huset förbrukar så mycket energi och inte använder någon

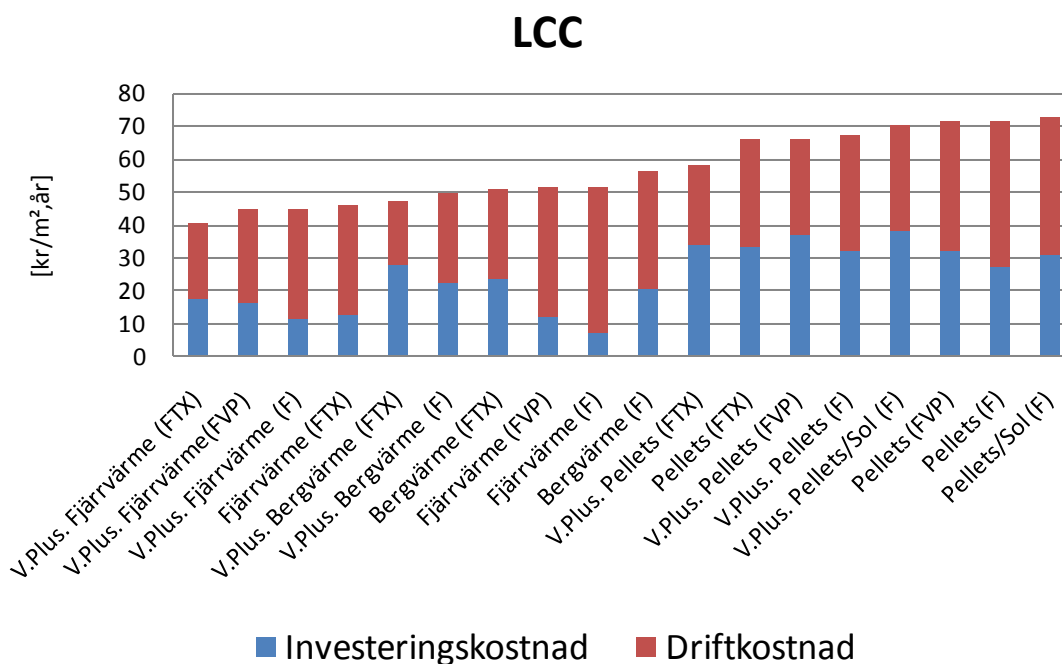
⁸⁰ I denna rapport är elenergi som tillförs 2,25% av energin som solvärmesystemet tillför, ungefär 360 kWh/år. Källa: Andrén, Lars (2001), s. 40 f.

energieffektiviserande åtgärd. Att använda bergvärme utan energieffektiviserande åtgärder visar sig vara det sämsta alternativet ur koldioxidsynpunkt med hela 10 ton mer koldioxidutsläpp per år jämfört med det verkliga huset. Det visar sig också vara bättre att använda fjärrvärme utan energieffektiviserande åtgärd än att använda bergvärme med energieffektiviserande åtgärd. Observera även att FTX-ventilation är bättre än en frånluftsvärmepump.

3.4 Ekonomi

3.4.1 LCC

Kostnaderna som ligger till grund för LCC-beräkningarna återfinns i Bilaga 2 och beräkningsgången är redovisad i kap 2.6. Resultatet redovisas i Figur 20 och är uppdelat i investerings- och driftkostnad.



Figur 20: Livscykelkostnader för respektive alternativ exklusive moms.

Det framgår att *Vadden plus* är billigare än *Vadden* oavsett vilken uppvärmningskälla som används. Längst till höger är de dyraste uppvärmningsmetoderna där pelletsvärmen visar sig vara ett mycket dyrt alternativ. Det går också att urskilja en vis uppdelning bland de tre uppvärmningskällorna där fjärrvärme står för det billigaste alternativet, bergvärme näst efter och slutligen pelletsvärmen. Det billigaste alternativet är att använda ett bra klimatskal med värmeåtervinning av ventilationen tillsammans med fjärrvärme. Observera att det verkliga huset befinner sig i

mittenpartiet och är det dyraste av fjärrvärmealternativen. I helhet kan man konstatera att det lönar sig att sänka driftkostnaderna oavsett uppvärmningsalternativ.

3.4.2 Alternativ metod för jämförelse av energieffektiva åtgärder

De olika energieffektiva åtgärderna kan även jämföras när de har samma förutsättningar. Det vill säga att de tekniska åtgärderna, solvärme, frånluftsvärmepump och FTX- ventilation antas ha samma livslängd, 25 år, kalkylräntan är på 5 procent och den reala prisutvecklingen för energin är 3 procent. Förbättringar i klimatskalet har samma livslängd som tidigare, 75 år. I Figur 21 görs jämförelserna mot det verkliga flerbostadshuset *Vadden* som är ett fjärrvärmeuppvärmt hus med mekanisk frånluftsventilation. Undantaget är solvärmen som jämförs mot ett pelletsuppvärmt hus. Investeringskostnaden för solvärmeanläggningen är inklusive bidrag.

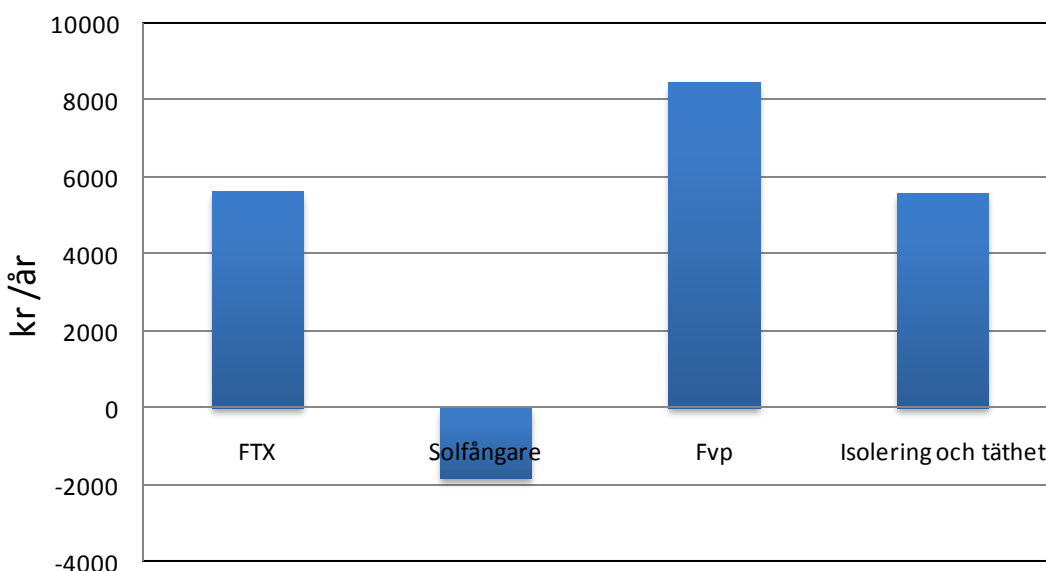
$$LCC = (LCC_{\text{energi}} - \text{Merkostnad} - LCC_{\text{underhåll}}) / \text{livslängd}$$

Merkostnad = Material- och installationskostnad

$LCC_{\text{energi}} = \text{Energibesparing} \cdot \text{energipris} \cdot \text{nusumme faktor}^{81}$

$LCC_{\text{underhåll}} = \text{Underhållskostnad} \cdot \text{nusumme faktor}$

Besparing med per år



Figur 21: Hur stor besparing en energieffektiv åtgärd medför utifrån det ursprungliga flerbostadshuset *Vadden*.

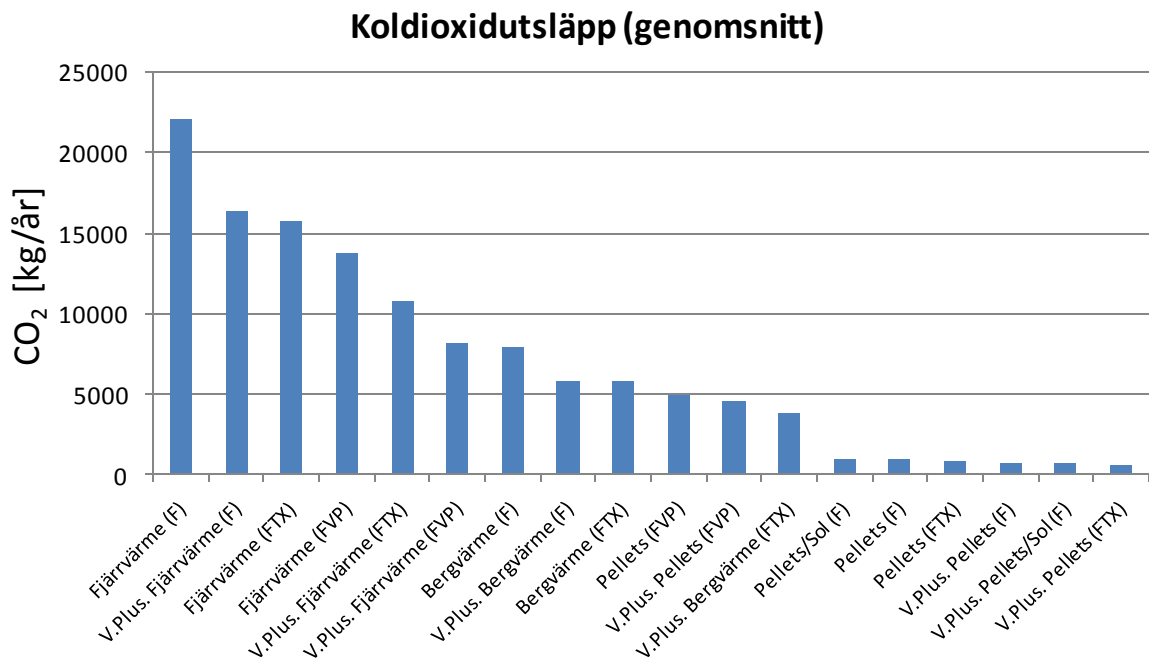
⁸¹ Nusumme faktor hämtad från Skärvad, Per-Hugo & Jan Olsson (2007), s. 487.

Det visar sig att alla energibesparande åtgärderna utom solvärmerna lönar sig ur ett livscykelperspektiv. Med denna beräkningsmodell är den bästa åtgärden att sätta in en frånluftsvärmepump. Att förbättra täthet och isolering ger även med denna beräkningsmetod en liknande effektivitet som att använda FTX-ventilation.

3.5 Känslighets analys

3.5.1 Miljö

I kap 3.3 redovisades hur stora koldioxidutsläppen var när det tillämpades ett marginalenergiperspektiv. I Figur 22 redovisas koldioxidutsläppen ur ett genomsnittsperspektiv.



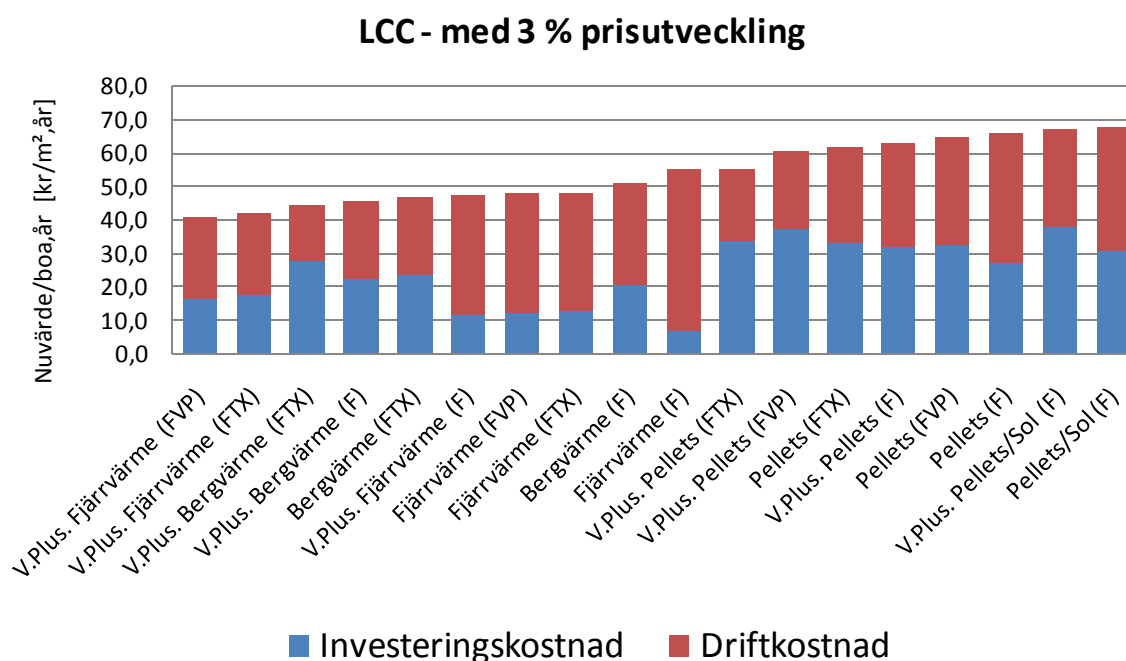
Figur 22: Koldioxidutsläppen per år, ur ett genomsnittsperspektiv.

Vid tillämpning av genomsnittsdata blir koldioxidutsläppen lägre och en tydlig förändring av emissionerna för eluppvärmda hus sker. Detta i kombination med att emissionerna från fjärrvärme står kvar på ungefär samma värde medför att eluppvärmda hus gynnas, till exempel hus som använder bergvärmepump. Ur Figur 22 framgår att de uppvärmningsalternativ som använder el som värmekälla får betydligt bättre värden jämfört med marginalperspektivet. Pellets är fortfarande den värmekälla som är bäst ur miljösynpunkt, men avståndet till övriga källor har minskat. Det är intressant att det verkliga huset enligt detta synsätt är det sämsta tänkbara, dessutom med god marginal. I beräkningarna med marginaldata tidigare i rapporten är det verkliga huset bland de sämre, men inte sämst. Man kan urskilja en

uppdelning av miljöpåverkan mellan värmekällorna. Det är fortfarande pellets som är det bästa alternativet, men därefter kommer denna gången istället bergvärmen, fjärrvärmen hamnar på sista plats. Man kan utläsa att det även i denna bedömning är bra att göra energieffektiviseringsåtgärder. Skillnaden mot marginalperspektivet är att det också är bra att göra det med en tillsats av el. Om man bortser från pelletsalternativen så är det bästa alternativet att använda bergvärme med FTX-ventilation.

3.5.2 Ekonomi

Det ekonomiska resultatet bygger på en hel del antaganden: reala kalkylräntan är 5 procent⁸², prisutvecklingen är extrapolerad från en prisutveckling tio år tillbaka i tiden och livslängden bygger på siffror från sekundärlitteratur (se kap 1.4.2). Kalkylräntan och livslängden kommer att vara konstanta även i känslighetsanalysen.⁸³ För att se hur mycket prisutvecklingen styr resultatet av LCC-beräkningarna är prisutvecklingen i Figur 23 antagen lika för alla värmekällor, 3 procent.



Figur 23: Livscykelkostnader för respektive alternativ exklusive moms.

I Figur 23 framgår det att värmepumpsuppvärmda hus närmar sig fjärrvärmeuppvärmda hus när prisutvecklingen likställs, i vissa fall har bergvärmen blivit billigare än fjärrvärmen, till exempel har *Vadden plus*

⁸² Skärvad & Olsson (2007), s. 310. Kalkylräntan är ett krav på förräntning som företaget ställer på satsat kapital.

⁸³ Att extrapolera fram en prisutveckling från ett underlag som sträcker sig tio år tillbaka kan var lite osäkert och det hade kanske behövts ett underlag som sträcker sig lite längre tillbaka. Fördelen med det underlaget som används tidigare i rapporten är att prisutvecklingen kommer från samma källa.

fjärrvärme (F) nu hamnat sämre än tre stycken bergvärmealternativ. Pelletsuppvärmda hus är fortfarande det dyraste alternativet. Observera att det verkliga *Vadden* med fjärrvärme och F-ventilation är det dyraste av alla alternativ om man bortser från pelletsuppvärmda hus. I övrigt visar diagrammet liknade resultat som Figur 20 i kapitel 3.4.1.

4 Diskussion och slutsatser

Flerbostadshuset *Vadden* är ett ganska typiskt flerbostadshus. Resultatet i denna studie kan därför tänkas stämma in på fler liknande hus, men är inget underlag som kan användas generellt vid projektering av flerbostadshus i Sverige.

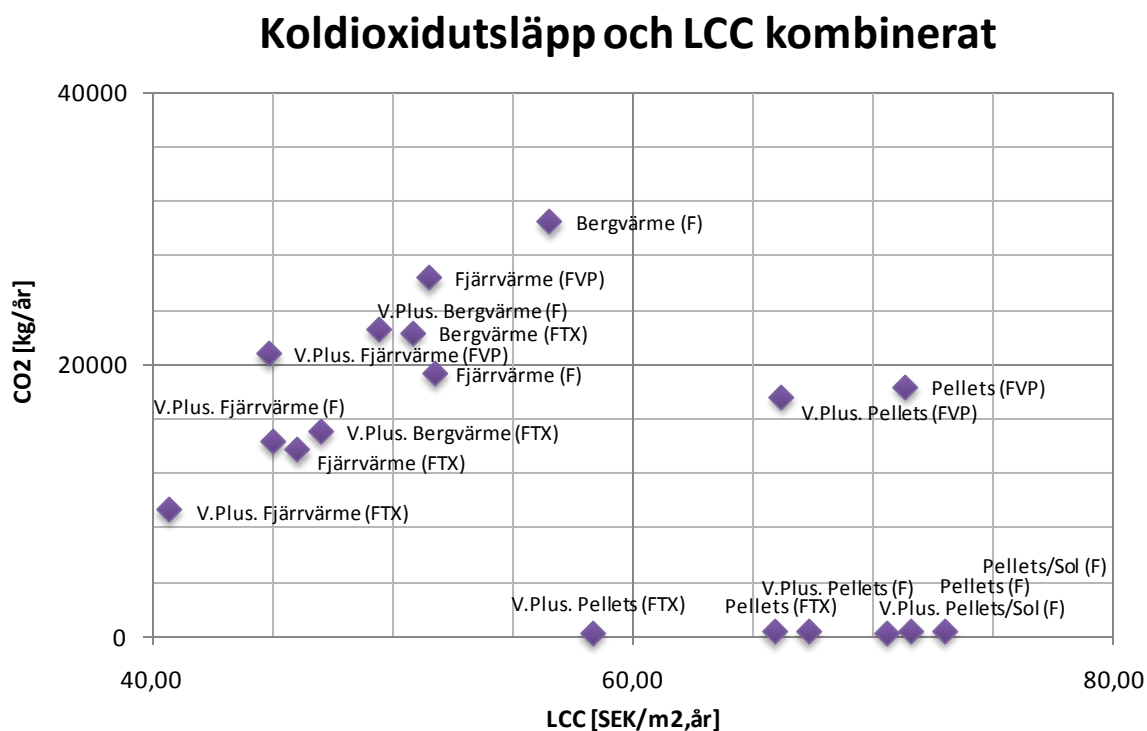
För att besvara vår frågeställning om det finns något bra alternativ till fjärrvärme för uppvärmning av ett modernt flerbostadshus krävs det att man tydligt jämför vilka konsekvenser för ekonomin och miljöpåverkan som respektive uppvärmningsalternativ medför.

Att jämföra de olika uppvärmningsalternativens miljöpåverkan är komplext. Resultatet visar att det är oerhört viktigt att först avgöra vilka faktorer man skall utgå ifrån. Ska man använda marginalenergiperspektivet eller ska man välja genomsnittsdata? Resultatet av simuleringarna visar att koldioxidutsläppen varierar mycket beroende på vilket perspektiv man väljer. Det är inte konstigt att aktörerna som jobbar med värmepumpar uppmuntrar en värdering med genomsnittsdata, eftersom det är först då som värmepumparna kan ses som ett bra alternativ ur miljösynpunkt. Eftersom Energimyndigheten förespråkar marginalenergiperspektivet dras slutsatserna därefter och då är en ökad elanvändning ett mycket dåligt alternativ. Utifrån detta dras slutsatsen att pellets givetvis är det bästa alternativet ur miljösynpunkt men framför allt att fjärrvärme är ett bättre alternativ än bergvärme. Det skall dock nämnas att pellets antas koldioxidneutral, vilket grundas på att de indirekta effekterna idag är relativt små. De miljöeffektiverande åtgärder som är bäst ur miljöperspektiv är således de som kan göras med en liten tillsats av el, det vill säga mer isolering, mindre läckage och värmeåtervinning i ventilationen. Att använda en frånluftsvärmepump är däremot inte ett bra alternativ.

Ekonomiskt sett visar denna fallstudie att det i de flesta fall är lämpligast ur ett förvaltarperspektiv att använda fjärrvärme som värmekälla, därefter kommer bergvärme och sist pelletsvärmens. Att pelletsvärmens är det sämsta av de jämförda alternativen kan bero på att *Vadden* är ett relativt litet flerbostadshus. Pelletsvärmens blir mer ekonomisk ju högre energianvändningen är och kunde därför ha blivit ett mer konkurrenskraftigt alternativ om det gällt ett större hus eller fler hus kopplade till samma pelletscentral. I känslighetsanalysen visar det sig att eluppvärmda och pelletsuppvärmda hus närmar sig fjärrvärmens när prisutvecklingen likställs. Om andra faktorer så som livslängden blir till fördel för bergvärmepumpen kan mycket väl bergvärmepumparna bli billigare än fjärrvärmens i framtiden. Det är intressant att det verkliga huset med fjärrvärme och F-ventilation är det dyraste av alla alternativ med undantag för pelletsuppvärmda hus, vid en likställd prisutveckling. Det är konstigt att

förvaltarna inte ställer högre krav på driftkostnaderna, när det är driftkostnaderna som till stor del avgör den totala kostnaden, livscykelkostnaden. Eftersom höga driftkostnader i princip är likställt med hög miljöpåverkan är detta någonting som bör belysas och förhoppningsvis i framtiden tas mer hänsyn till.

För att enkelt överskåda vilka konsekvenser respektive uppvärmningssystem medför har koldioxidutsläppen plottats mot LCC kostnaden i figur 24.



Figur 24: Förhållandet mellan LCC-kostnad och koldioxidutsläpp.

De alternativen som hamnar i den tredje kvadranten (längst ned till vänster) är de modellerna som medför små koldioxidutsläpp samtidigt som de är lönsamma ur ett förvaltarperspektiv. Inte oväntat är det uppvärmningsalternativet fjärrvärme som i huvudsak återfinns där. Det finns även ett alternativ för bergvärme och ett för pellets som hamnar inom kvadranten. Figuren visar tydligt att det är fördelaktigt att minska energianvändningen genom att öka mängden isolering, minska läckaget, och använda FTX-ventilation. I resultatet har det visats sig att pellets som uppvärmningsalternativ är mycket oekonomiskt. Men trots att det är ett mycket dyrt alternativ så kan det konkurrera mot bergvärmerna och fjärrvärmerna om de alternativen inte kombineras med någon energieffektiviserande åtgärd. Alltså, om man vill bygga hållbart både ur miljö- och kostnadssynpunkt är det viktigt att hålla nere energianvändningen.

De viktigaste slutsatserna som kan dras av undersökningen är:

- Sänk energibehovet genom att öka mängden isolering och bygga tätare hus.
- Komplettera med installationer som ytterligare sänker energibehovet.
- De installationerna som i ovanstående punkt används ska drivas med en mycket liten mängd el.
- Gör rätt val avseende vilken värmekälla som används vid uppvärmning, en uppvärmningskälla som inte kräver någon tillsats av el.

Källförteckning

Litteratur

Adalberth, Karin & Åsa Wahlström (2008) *Energibesiktning av byggnader – flerbostadshus och lokaler*, Stockholm: SIS Förlag AB.

Andrén, Lars (2001) *Solenergi. Praktiska tillämpningar i bebyggelse*, Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.

Elmroth, Arne (2007) *Energihushållning och värmeisolering. Byggvägledning 8. En handbok i anslutning till Boverkets byggregler*, Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.

Skärvad, Per-Hugo & Jan Olsson (2007) *Företagsekonomi 100*, upplaga 13:1 (första upplagan 1993), Malmö: Liber AB.

Undvik fel och fällor som ökar energianvändningen i byggnader (2008) FoU-Syd (Sveriges byggindustrier) m.fl. Malmö: FoU-Syd.

Warfvinge, Catarina (2007) *Installationsteknik AK för V*, Lund: Studentlitteratur.

Rapporter

Boverket (1) (2009) *Information om stöd för investeringar i solvärme*. Tillgänglig:
[http://www.boverket.se/Bidrag--Stod/Solvarmestod \(090516\)](http://www.boverket.se/Bidrag--Stod/Solvarmestod (090516)).

Boverket (2) (2008) *Regelsamling för byggande, BBR 2008*. Tillgänglig:
[http://www.boverket.se/Om-Boverket/Webbokhandel/Publikationer/2008/Regelsamling-for-byggande-BBR-20081 \(090516\)](http://www.boverket.se/Om-Boverket/Webbokhandel/Publikationer/2008/Regelsamling-for-byggande-BBR-20081 (090516)).

Boverket (3) (2009) *Regelsamling för byggande, BBR 2008. Supplement februari 2009, 9 Energihushållning*. Rapportförfattare: Svante Boo.
Tillgänglig:
[http://www.boverket.se/Om-Boverket/Webbokhandel/Publikationer/2008/Regelsamling-for-byggande-BBR-20081 \(090516\)](http://www.boverket.se/Om-Boverket/Webbokhandel/Publikationer/2008/Regelsamling-for-byggande-BBR-20081 (090516)).

Energianvändning och försörjning för byggnader ur ett systemperspektiv – ett samarbete mellan bygg- och energibranschen, (2006:6) rapportförfattare: Agneta Persson (finansierat av: Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF) & Svensk Fjärrvärme). Tillgänglig:
<http://www.svenskfjarrvarme.se/index.php3?use=biblo&cmd=detailed&id=1336> (090516).

Energimarknadsinspektionen (2008) *Uppvärmning i Sverige 2008*. Tillgänglig:
<http://www.energimarknadsinspektionen.se/Bibliotek/Rapporter-2008/Uppvarmning-i-Sverige-2008> (090516).

Energimyndigheten (2008), *Koldioxidvärdering av energianvändning. Vad kan du göra för klimatet?*, rapportförfattare: Tobias Persson. Tillgänglig:
<http://www.energimyndigheten.se/sv/foretag/Koldioxidvardering-av-energianvandning> (090516).

Energimyndigheten & Eksta Bostads AB (2006) *Erfarenheter av eldning med fasta bränslen*. Tillgänglig:
<http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Energieffektivisering-i-foretag/Lokaler-och-flerbostadshus/Forvalta/Uppvarmning/Biobransle> (090516).

Forum för Energieffektiva Byggnader (2008) *Kravspecifikation för passivhus i Sverige - Energieffektiva bostäder*. Tillgänglig:
<http://www.passivhuscentrum.se/kravspecifikation.html> (090516).

Lunds Tekniska Högskola (2005) *Solvärme för flerbostadshus i Lund och Dalby, Analys och utvärdering*. Tillgänglig:
<http://www.hvac.lth.se/publikationer/publ.html> (090516).

Elektroniska källor

Abako, *Kv Vadden nybyggnad av hyresrätter, Skövde 2007*. Tillgänglig:
http://www.abako.se/index.php?page_id=261 (090516).

Energimyndigheten (1), *Beräkna LCC*. Tillgänglig:
<http://www.energimyndigheten.se/sv/foretag/energieffektivisering-i-foretag/Stall-krav-vid-inkop/Livscykelkostnad/Berakna-LCC> (090516).

Energimyndigheten (2), *Biobränsle*. Tillgänglig:

<http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Energieffektivisering-i-foretag/Lokaler-och-flerbostadshus/Forvalta/Uppvarmning/Biobransle> (090516).

Energimyndigheten (3), *Fjärrvärme*. Tillgänglig:
<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Fjarrvarme> (090516).

Energimyndigheten (4), *Pellets*. Tillgänglig:
<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Biobransle---ved-och-pellets/Pellets> (090516).

Energimyndigheten (5), *Solvärme*. Tillgänglig:
<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Solvarme> (090516).

Energimyndigheten (6), *Värmepump*. Tillgänglig:
<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Varmepump> (090516).

Energimyndigheten (7), *Värmepump*. Tillgänglig:
<http://www.energimyndigheten.se/sv/foretag/Energieffektivisering-i-foretag/Lokaler-och-flerbostadshus/Forvalta/Uppvarmning/Varmepump> (090516).

Energimyndigheten (8), (2008) *Yttrande angående miljöbelastning av bergvärme som uppvärmning jämfört med fjärrvärme producerad med biobränsle*. Tillgänglig:
<http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Koldioxidvardering-av-energianvandning/Miljoeffekter-av-forandrad-energitillforsel> (090516).

Nationalencyklopedin (sökord: kalkylränta), Tillgänglig:
<http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/kalkylraenta> (090516).

Skövde Värmeverk (1), *Fjärrvärmesaxa*. Tillgänglig:
http://www.varmeverk.skovde.se/templates/S_Article.aspx?id=10809 (090516).

Skövde Värmeverk (2), *Produktionsanläggningar*. Tillgänglig:
http://www.varmeverk.skovde.se/templates/S_ListPage.aspx?id=10847 (090516).

Statistiska centralbyrån, *Månadsvärden apr2004 (jan1996)-mars2009* (3-års avtal, villa med elvärme), Tillgänglig:
http://www.scb.se/Pages/ProductTables____6429.aspx (090516).

Svensk Fjärrvärme (1), *Bränslen*. Tillgänglig:
<http://www.svenskfjarrvarme.se/index.php3?use=publisher&id=1204&lang=1>
(090516).

Svensk Fjärrvärme (2), *Statistik om fjärrvärme och kraftvärme 2007*.
Tillgänglig:
<http://www.svenskfjarrvarme.se/index.php3?use=publisher&id=2165&lang=1>
(090516).

Muntliga källor

Intervju: Anders Torslid, handledare på Peab, Trollhättan, 090312.
Tel: 073 3373080

Intervju: Bengt-Erik Löfgren, bioenergikonsult ÄFAB, Lidköping, 090408.
Tel: 0510 262 35

Intervju: Bengt O Nilsson, Kvänum Energi, Lund, 090408.
Tel: 0512 79 70 70

Intervju: Henrik Berglund, ordförande i Värmepumpsföreningen, Malmö, 090415.
Tel: 040 15 10 44

Intervju: Jenny Haryd, WSP-Environmental, Malmö, 090310.
Tel: 040 35 43 18

Intervju: Magnus Berglund, produktutvecklare Snidex AB, Lund, 090504.
Tel: 0914 438 11

Intervju: Mats Persson, Tekn Dr på Institutionen Byggproduktion, LTH, Lund, 090423.
Tel: 046 222 31 70

Intervju: Patrik Sjöberg, Peab, Skövde, 090407.
Tel: 0500 38 16 06

Intervju: Tomas Johansson, VVS ingenjör Skövde Bostäder, Skövde, 090325.
Tel: 0500 47 74 17

Intervju: Åke Blomsterberg, handledare från LTH (arbetar även på WSP-
Environmental), Lund, 090420.
Tel: 040 35 43 31

Email: Dennis Johansson, Installationsteknik, LTH, Lund, 090504.
Tel: 0431 25608

E-mail: Kristian Grönskog, Tofta plåt och ventilation, Lund, 090401.
Tel: 0510 628 60

Email: Sonya Trad, Svensk Fjärrvärme, 090515.
Tel: 08 677 27 09

Email: Tobias Persson, Energimyndigheten, 090424.
Tel: 016 544 2000

Definitioner

BBR	Boverkets byggregler
Bruksarea	Inräknas area som upptas av: Inredningsenheter, rumsskiljande väggar till tjocklek av 0,3 m. mm
BOA	Boarea, är bruksarea för boutrymmen.
BTA	Brutto area, avgränsas av omslutande ytterväggars utsida
A_{temp}	Golvarean i utrymmen som är avsedda att värmas till mer än 10 °C. Anges i kvadratmeter och begränsas av ytterväggarnas insida.
DUT	Dimensionerande utomhustemperatur
Hushållsenergi	Den el eller annan energi som används för hushållsändamål, till exempel tv, tvättmaskin, belysning och annan hemelektronik.
LCC	Life Cycle Cost. LCC-metoden är en investeringskalkyl där hänsyn tas till alla kostnader som belastar åtgärden under dess livslängd

Bilaga 1 - Koldioxidfaktorer

mg/kWh producerad värme								
Teknik	Verkningsgrad ¹	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	NO _x	Part.	SO _x
Solvärme ²	–	0	0	0	0	0	0	0
Oljepanna	0,8	14	353 250	2	2	405	125	173
Naturgas	0,9	12	236 360	2	0	0	0	1
Pelletsanna	0,8	20	1 980	5	9	365	198	191
Ny vedpanna (med ack)	0,8	37	9 945	9	9	631	144	186
Vedpanna utan ack. "höga" emissioner ³	0,55	17 674	14 466	13	13	570	5 904	270
Vedpanna utan ack. "låga" emissioner ³	0,55	1 048	14 466	13	13	570	995	270
Vedpanna med ack.	0,75	817	10 608	10	10	519	586	198
Fjärrvärme 1 ⁴	0,88 ⁷	259	91 082	13	6	244	35	152
Fjärrvärme 2 ⁵	0,88 ⁷	19	44 533	12	7	372	67	159
Fjärrvärme 3 ⁶	0,88 ⁷	11	87 482	13	9	311	39	233
Elpanna Nordisk mix	0,96 ⁸	802	99 491	7	2	132	24	98
Värmepump ⁹ Nordisk mix	2,6 ¹⁰	300	36 790	3	1	49	9	36

Tabell 11
Emissioner ifrån olika uppvärmningssystem, energibehovet är satt till 20 000 kWh inklusive varmvatten (5000 kWh) men exklusive hushållsel (6000 kWh)

1 Verkningsgraderna är årsmedelverkningsgrader vilket beskriver systemets funktion sett över ett helt år. Förluster tidigare i bränslekedjan är redovisade genom emissionsfaktorn.

2 Solvärme produceras i några fjärrvärmenät men är kanske mest ett alternativ för småhusägaren. Solvärmen klarar inte husets hela årsbehov av värme utan solvärmen måste kompletteras med ett annat system under vinterhalvåret. Solvärmen behöver en liten cirkulationspump som drivs med el. m.m. den mängd är mycket liten. Den är därför inte omräknad till några utsläpp.

3 Eftersom emissionerna ifrån vedeldning utan ackumulatortank har så hög spridning redovisas här ett fall med höga emissioner och ett fall med lägre emissioner för att visa ett troligt intervall. Det kan emellertid ske både högre och lägre emissioner än detta troliga intervall visar.

4 Fjärrvärme 1 är medelvärdet för den nationella fjärrvärmen.

5 Fjärrvärme 2 är ett typsystem som utgörs av 90 % bioeldat värmeverk och 10 % oljeeldat värmeverk.

6 Fjärrvärme 3 är ett typsystem som utgörs av 50 % avfall värmeverk, 40 % bio värmeverk, 10 % oljeeldat värmeverk.

7 Distributionsverkningsgraden är 0,88. Omvandlingen i husets värmekärl beräknas således vara 100 %.

8 Elpannans verkningsgrad är 0,96. Förlusterna i distributionen ingår således inte.

9 Värmepumpen är en bergjord- eller sjövärmepump.

10 COP (värmefaktor) för värmepumpen antas vara 2,6 på årsbasis vilket motsvarar en "årsmedelverkningsgrad" på 260 %. Förlusterna i distributionen ingår således inte.

⁸⁴ Energimarknadsinspektionen (2008), s.74.

Tabell 3. Omvandlingsfaktorer för fjärrvärmedistribution i två olika system. Två olika distributionsförluster antas då förlusterna varierar mellan vilken kund som avses samt att förlusterna kan variera mellan olika nät.

	Bränsle	Tid %	Utv. & förädling	Förluster	
				Omvandling & distribution	
				Flerbostadshus	Villaområde
<i>System-bio</i>	Biobränsle	89	10%	20%	30%
	Olja	10	10-60%		
	El	1	50-60%		
<i>System-fossil</i>	Biobränsle	75	10%	20%	30%
	Olja	24	10-60%		
	El	1	50-60%		

Tabell 6. Emissionsfaktorer för koldioxid (kg CO₂ per MWh) ur ett marginalperspektiv för de två fjärrvärmesystemen definierade enligt tabell 3. Den lägre siffran i intervallet representerar en situation med en konventionell olja som marginalolja, naturgaskombi som marginalet och biobränsleanvändningen är koldioxidneutral. Den höga siffran i intervallet representerar en situation med syntetisk olja från kol som marginalolja, kolkondens som marginalet och biobränsleanvändningen är inte alls koldioxidneutral. Inom parentes redovisas situationen där biobränsleanvändningen antas vara koldioxidneutral medan marginalolja och marginalet har höga värden.

	Flerbostadshus	Villaområde
<i>System bio</i>	55-535 (130)	65-610 (145)
<i>System fossil</i>	110-610 (270)	120-700 (310)

Tabell 1. Emissioner av koldioxid (kg/MWh producerad el) samt primärenergifaktorer för kolkondens- och gaskombianläggningar samt koldioxidutsläppen för förnybar elproduktion. Emissionsfaktorerna inkluderar utsläpp från produktion av bränsle (kol respektive naturgas) samt utsläppen vid omvandling till el. Underliggande data är från IVL (2001)

Teknik	Koldioxid	Primärenergi
Kolkondens	1000	3,0
Gaskombi	400	2,2
Förnybar el	5	

85

⁸⁵ Energimyndigheten (2008), s. 24, 28 f.

Bilaga 2 - Underlag till LCC-beräkning

Värmekälla:	Typ [kW]	Material [kr] ⁸⁶	Installation [kr] ⁸⁷	Bidrag [kr] ⁸⁸	Underhåll [kr] ⁸⁹	Reparation [kr] ⁹⁰	Livslängd [år] ⁹¹
Bergvärmepump							
Vadden	55	174363	348800		5232		18
Vadden FTX	43	145541	291200		4368		18
Vadden plus	43	145541	291200		4368		18
Vadden plus FTX	36	140649	281200		4218		18
Pellets							
Vadden	90	550000	60000		6100		15
Vadden FTX	90	550000	60000		6100		15
Vadden plus	90	550000	60000		6100		15
Vadden plus FTX	45	450000	50000		5000		15
Fjärrvärme							
Vadden	79	68000	35000		515		20
Vadden FTX	59	68000	35000		515		20
Vadden plus	62	68000	35000		515		20
Vadden plus FTX	41	68000	35000		515		20
Installationer:							
FTX-ventilation		384000	210000		3000 ⁹²	18 år, 25000 ⁹³	35
F-ventilation		142000	100000		1000	18 år, 25000	35
FrånluftsVp	17	91090	150000		2410 ⁹⁴	14 år, 10000	28
Solvärme		105660	100000	40000	1028 ⁹⁵		20
Byggtekniskt:							
Isolering vägg		505007 ⁹⁶	-				75
Isolering platta		41397	-				75
Isolering vind		4979	-				75
Byte av fönster		31000	-				40

⁸⁶ Kostnader kommer från VS-entreprenörer och tillverkare.

⁸⁷ Kostnader kommer från VS-entreprenörer.

⁸⁸ Boverket (1) (2009), s. 2.

⁸⁹ Energimarknadsinspektionen (2008), s. 56 f.

⁹⁰ Adalberth, Karin & Åsa Wahlström (2008), s. 122.

⁹¹ Energimarknadsinspektionen (2008), s. 58 f, Adalberth, Karin & Åsa Wahlström (2008), s. 122, *Undvik fel och fällor som ökar energianvändningen i byggnader* (2008), FoU-Syd (Sveriges byggindustrier) m.fl. Malmö: FoU-Syd, s. 30.

⁹² Underhållskostnad av F och FTX är svårbedöma och anges inte i sekundärlitteratur. Dennis Johansson, (installationsteknik LTH, e-mail 090504) anser att kvoten mellan F och FTX system ligger runt 3. Kristian Grönskog, (Tofta plåt och vent. e-mail 090401) anger underhållskostn, F-vent=1000kr. Det ger FTX=3000kr.

⁹³ Reparation är nödvändigt efter 18 år, kostnad: 25000 kr. Adalberth, Karin & Åsa Wahlström (2008) s. 122.

⁹⁴ Antas vara samma som för bergvärmepump dvs. 1% av totala investeringkostnaden.

⁹⁵ Antas vara 0,5 % av den totala investeringkostnaden.

⁹⁶ Materialkostnad + installationskostnad, Intervju: Patrik Sjögren, Peab, Skövde, 090407.

I Tabellen redovisas vilka kostnader som ligger till grund för livscykelkostnaden som redovisas i Figurerna 20 & 23, samtliga kostnader redovisas exklusive moms.

Bilaga 3 - Effektbehovsberäkningar

$$P_{dim} = P_t + P_{ov} + P_v + P_{tappv}$$

P_t = transmissionsförluster

P_{ov} = okontrollerade ventiationsförluster

P_v = förluster från styrd ventilation

P_{tappv} = Förluster pga tappvarmvatten

Transmissionsförluster:

$$P_t = \sum_{j=1}^n (U_j \cdot A_j + \Psi_{koldbryggor} \cdot L_{koldbryggor}) \cdot (T_{inne} - DUT)^{97}$$

U_j = värmegenomgångskoefficient (W/m^2k)

A_j = ytan storlek (m^2)

T_{inne} = temperatur ($^{\circ}C$)

$\Psi_{koldbryggor}$ = värmegenomgångskoefficient [$W/m, k$]

$L_{koldbryggor}$ = Längden på köldbryggan [m]

DUT = dimensionerande utetemperatur [C]

$$P_t = \sum_{j=1}^n U_j \cdot A_j \cdot (T_{inne} - DUT) = (U_{vägg} \cdot A_{vägg} + U_{platta1} \cdot A_{platta1} + U_{platta2} \cdot A_{platta2} + U_{platta3} \cdot A_{platta3} + U_{tak} \cdot A_{tak} + U_{fönster} \cdot A_{fönster} + U_{dörrar} \cdot A_{dörrar} + \sum (\Psi_{koldbryggor} \cdot L_{koldbryggor}))$$

U-värden för olika byggdelar återfinns i bilaga X. I tabellen X nedan redovisas de beräknade köldbryggorna. Ett pålägg på 5 procent av de totala transmissionsförlusterna (exklusive köldbryggor) har gjorts för att täcka de övriga köldbryggorna som inte tagits hänsyn till.

Temperaturen inne är satt till $20^{\circ}C$ och DUT enligt SS (Svensk Standard) 024310⁹⁸ beräknas följande:

- 1) Ortens normaltemperatur är $-3^{\circ}C$ i Skövde⁹⁹
- 2) Byggnadens tidskonstant beräknas enligt följande

$$\tau_b = \frac{\sum m_j \cdot c_j}{q \cdot \rho \cdot c + \sum U_j \cdot A_j}$$

$\sum m_j \cdot c_j$ = summan av byggnadsdelarnas värmekapacitet ($J/^{\circ}C$)

⁹⁷ Warfvinge (2007), s. 6:34.

⁹⁸ Warfvinge (2007), figur 6.47, s. 6:41.

⁹⁹ Warfvinge (2007), figur 6.48, s. 6:42.

$$\sum U_j \cdot A_j = \text{summan av transmissionsförluster (W/°C)}$$

$$q \cdot \rho \cdot c = \text{värmeeffekt förluster pga ventilation (W/°C)}$$

Flerbostadshuset har en bärande stomme i betong vilket ger en hög värmekapacitet. $\sum m_j \cdot c_j = 1,15 \text{ GJ/°C}$

Detta ger en DVUT:

Vadden = -13°C

Vadden plus = -11°C

Med dessa värden beräknas P_t :

Vadden: $P_t = (862,6 + 179,3) \cdot (20 - (-13)) = 34,4 \text{ kW}$

Vadden plus: $P_t = (535,7 + 75,8) \cdot (20 - (-11)) = 19,0 \text{ kW}$

Ventilationsförluster

Ventilationsförlusterna är samma för båda konstruktionerna men det förändras om man använder FTX-ventilation. Detta beror på att den tillförda luften är uppvärmd.

$$P_v = q_v \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_{inne} - T_{till})$$

q_v = kontrollerat ventilationsflöde (l/s), i båda husen 715 l/s

ρ = luftens densitet 1.2 kg/m³

c_p = lufts specifika värmekapacitet 1000 J/kg, °C

T_{till} = tilluftens temperatur (°C)

η = verkningsgrad

$q_{läck}$ = okontrollerat ventilationsflöde, läckageflödet (m³/s)

T_{inne} = rumslufts temperatur (°C)

T_{till} = tilluftens temperatur (°C) = DVUT då det inte sker någon värmeåtervinning. När värmeåtervinning används är verkningsgraden satt till 70% .¹⁰⁰

Ventilationsförlusterna utan värmeåtervinning:

Vadden: $P_v = 0,715 \cdot 1,2 \cdot 1000 \cdot (20 - (-13)) = 28,3 \text{ kW}$

Vadden plus = $P_v = 0,715 \cdot 1,2 \cdot 1000 \cdot (20 - (-11)) = 26,6 \text{ kW}$

Ventilationsförlusterna med värmeåtervinning:

¹⁰⁰ Beräkningarna är gjorda i ett tidigt stadium av arbetet. Verkningsgraden på värmväxlaren är i övriga beräkningar satt till 80%.

$$P_v = \rho \cdot c_p \cdot V \cdot [T_{inne} - (T_{ute} + \eta(T_{inne} - T_{ute}))]$$

$$\text{Vadden: } P_v = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,715 \cdot [20 - (-13 + 0,7(20 - (-13)))] = 8,5 \text{ kW}$$

$$\text{Vadden plus: } P_v = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,715 \cdot [20 - (-11 + 0,7(20 - (-11)))] = 8,0 \text{ kW}$$

Okontrollerad ventilation (luftläckage)

Läckageförlusterna vid +/- 50 Pa är antagna. Dock skall det beräknas vilket läckage som sker vid normala förhållanden.¹⁰¹ Med en ventilerad volym på 4950 m³ blir läckageförlusterna:

$$P_{ov} = q_{läck} \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_{inne} - DUT)$$

$$\text{Vadden: } P_{ov} = 0,1375 \cdot 1,2 \cdot 1000 \cdot (20 - (-13)) = 5,4 \text{ kW}$$

$$\text{Vadden plus: } P_{ov} = 0,103 \cdot 1,2 \cdot 1000 \cdot (20 - (-11)) = 3 \text{ kW}$$

Spillvatten förluster

Varmvattenåtgången är lika stor för båda husen.

$$P_{tappvatten} = 0,5 \cdot \text{antalet lägenheter} = 0,5 \cdot 22 = 11,0 \text{ kW}^{102}$$

$$P_{dim} = P_t + P_{ov} + P_v + P_{tappv}$$

$$\text{Vadden: } P_{dim} = 79,6 \text{ kW}$$

$$\text{Vadden FTX} = P_{dim} = 59,8 \text{ kW}$$

$$\text{Vadden plus} = P_{dim} = 61,7 \text{ kW}$$

$$\text{Vadden plus FTX} = P_{dim} = 41 \text{ kW}$$

¹⁰¹ Enligt Elmroth (2007), s. 55, ska $q_{läckage}$ beräknas med en schablonmetod. Denna metod anses på avdelningen installationsteknik, LTH, vara en dålig approximation. Istället används ett standardvärde på 0,1 oms/h vilket ger 0,1375 l/s för Vadden. För vadden plus minskas läckaget till 0,075 oms/h vilket ger 0,103 l/s.

¹⁰² Boverket (3) (2009), s. 20.

Bilaga 4 - Indata för ursprungliga Vadden i Vip+

Allmänt

Beräkningsdatum	2009-05-15 (12:33:41)
Beräkningsperiod - Dag	1 - 365
Klimatdata	GÖTEBORG
Latitud	57.8 grader
Klimatzon BBR12	SÖDER
Solreflektion från mark	35.00 %
Vindhastighet	70.00 % av klimatdata
Luftryck	1000 hPa
Horisontvinkel mot markplan	S:30 SV:30 V:30 NV:30 N:30 NO:30 O:30 SO:30 °
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	Bostad
Antal lägenheter	22
Ventilationsvolym	4910.0 [m³]
Uppvärmd bruksarea enl SS021052	2046.0 [m²]
Markegenskap Värmeledningstal:	1.4 [W/m²K]
Lera, dränerad sand , dränerat grus.	

Byggdelstyper 1-dimensionella - Katalog

Byggdelstyp	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
Vägg Vadden	KCBRUK	0.010	1.000	1800	800	0.201	0.020	0.80
	CELLPLAST36	0.050	0.036	25	1400			
	GIPSSKIVA	0.009	0.220	900	1100			
	REGLAR600	0.145	0.044	84	950			
	GIPSSKIVA	0.013	0.220	900	1100			
Vadden vindsbjäl	LÖSULL	0.375	0.080	15	750	0.153	0.020	0.80
	BETONG1.7	0.230	1.700	2300	800			
Platta på mark	CELLPLAST2	0.100	0.040	25	1400	0.366	0.020	0.80
	BETONG1.7	0.100	1.700	2300	800			
Köldbrygga	KÖLDB.MATERIAL	0.015	0.500	30	1000	5.000	0.000	0.80

Byggnadsdelar - Vägg, bjälklag

Benämning	Byggdelstyp	Orientering	Mängd Area m² Längd m Antal st	Sol- absorb- tion %	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angräns- ande temp °C	Andel av effekt- behov %	U-värde med mark och D-U W/m²°C	Psi-värde W/m²°C
Vägg	Vägg Vadden	NORDOST	289.2m²	70.0	0.0	2.4		0	0.221	
Vägg	Vägg Vadden	SYDOST	248.5m²	70.0	0.0	2.4		0	0.221	
Vägg	Vägg Vadden	NORDVÄST	248.5m²	70.0	0.0	2.4		0	0.221	
Vägg	Vägg Vadden	SYDVÄST	289.2m²	70.0	0.0	2.4		0	0.221	
Vindsbjälklag	Vadden vindsbjäl	TAK	341.0m²	20.0	2.4	3.0		0	0.173	
Platta på mark	Platta på mark	PPM 0-1 m	70.1m²	0.0	-0.2	0.0		0	0.276	
Platta på mark	Platta på mark	PPM 1-6 m	230.3m²	0.0	-0.2	0.0		0	0.178	
Platta på mark	Platta på mark	PPM >6 m	40.5m²	0.0	-0.2	0.0		0	0.158	
Köldbryggor	Köldbrygga	SÖDER	35.9m²	0.0	0.0	2.4		0	5.000	

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

Benämning	Bygghelstyp	Orientering	Area m ²	Glasandel %	Soltransm. Total %	Soltransm. Direkt %	U-värde W/m ² °C	Lägstalivå m	Högstalivå m	Luftläck. q50 l/s,m ²	Sol-skydd
Fönster	3 GLAS NORMAL	NORDOST	76.0	80	60	48	1.40	1.0	2.2	0.80	
Fönster	3 GLAS NORMAL	SYDOST	95.0	80	60	48	1.40	1.0	2.2	0.80	
Fönster	3 GLAS NORMAL	NORDVÄST	80.0	80	60	48	1.40	1.0	2.2	0.80	
Fönster	3 GLAS NORMAL	SYDVÄST	49.0	80	60	48	1.40	1.0	2.2	0.80	
Balkongdörr	PORT	NORDVÄST	12.0	60	40	30	1.00	0.0	2.0	0.80	
Balkongdörr	PORT	SYDVÄST	52.8	60	40	30	1.00	0.0	2.0	0.80	
Balkongdörr	PORT	SYDOST	14.4	60	40	30	1.00	0.0	2.0	0.80	

Driftdata

Driftfallsbenämning	Verksamhetsenergi rumsluft W/m ²	Verksamhetsenergi rumsluft W/lgh	Verksamhetsenergi extern W/m ²	Fastighetsenergi rumsluft W/m ²	Fastighetsenergi extern W/m ²	Personvärme W/m ²	Tappvarmvatten W/m ²	Tappvarmvatten W/lgh	Högstaurumtemp °C	Lägstaurumtemp °C
BOST 22	2.74	0.00	0.68	0.00	0.00	2.34	2.05	205.00	100.00	20.00

Drifttider

Driftfallsbenämning	Veckodagar	Dagnummer	Tid
BOST 22	MÅND-SÖND	1 - 365	0 - 24

Ventilationsaggregat

Aggregatbenämning	Tilluft Fläktryck Pa	Tilluft Verkn.gr %	Frånluft Fläktryck 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	0.00	0.00	150.00	73.00	0.00	-20.00	-20.0	100	20.0	100

Ventilationsaggregat - Drifttider och flöden

Aggregatbenämning	Veckodagar	Tilluft [oms/h]	Frånluft oms/h	Startdag-Slutdag	Starttid-Sluttid
F	MÅND-SÖND	0.50	0.50	1 - 365	0 - 24

Bilaga 5 - Specifikation av energiflöden

Vadden – Fjärrvärme (F)

	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Aktuell drift kWh	Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	146989	71.84	208576	101.94	208576	101.94
(1)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(2)Värmesystem	70739	34.57	132327	64.68	132327	64.68
(3)Tappvarmvatten	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1814	0.89	4620	2.28	4620	2.28
(35)Värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	1227	0.60	1227	0.60
(15)Cirk.pump värme	1814	0.89	3393	1.66	3393	1.66
(10)Cirk.pump solf.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)Cirk.pump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(36)SOLFÄNGARVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(7)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(26)PROCESSENERGI	61297	29.96	61297	29.96	61297	29.96
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	49109	24.00	49109	24.00	49109	24.00
(41)Verksamhetsenergi extern	12188	5.96	12188	5.96	12188	5.96
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENTILATIONSAGGREGAT	36806	17.99	1227	0.60	1227	0.60
(43)VÄRMESYSTEM	72553	35.46	135720	66.33	135720	66.33
(44)TAPPVARMVATTEN	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27

Vadden – Fjärrvärme (FTX)

	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Aktuell drift kWh	Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	146681	71.68	147783	72.23	147783	72.23
(1)Ventilationsaggregat	12954	6.33	33	0.02	33	0.02
(2)Värmesystem	57457	28.08	71500	34.95	71500	34.95
(3)Tappvarmvatten	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1473	0.72	4897	2.39	4897	2.39
(35)Värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	1532	0.75	1532	0.75
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	1532	0.75	1532	0.75
(15)Cirk. pump värme	1473	0.72	1833	0.90	1833	0.90
(10)Cirk. pump solf.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)Cirk. pump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(36)SOLFÄNGARVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(7)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(26)PROCESSENERGI	61297	29.96	61297	29.96	61297	29.96
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	49109	24.00	49109	24.00	49109	24.00
(41)Verksamhetsenergi extern	12188	5.96	12188	5.96	12188	5.96
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENTILATIONSAGGREGAT	54727	26.75	67148	32.82	67148	32.82
(43)VÄRMESYSTEM	58931	28.80	73333	35.84	73333	35.84
(44)TAPPVARMVATTEN	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27

Vadden – Fjärrvärme (FVP)

	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Aktuell drift kWh	Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	146990	71.84	88164	43.09	88164	43.09
(1)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(2)Värmesystem	70740	34.57	50656	24.76	50656	24.76
(3)Tappvarmvatten	76250	37.27	37508	18.33	37508	18.33
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1814	0.89	45333	22.16	45333	22.16
(35)Värmepump	0	0.00	40713	19.90	40713	19.90
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	1227	0.60	1227	0.60
(15)Cirk.pump värme	1814	0.89	3393	1.66	3393	1.66
(10)Cirk.pump solf.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)Cirk.pump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	120413	58.85	120413	58.85
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	81672	39.92	81672	39.92
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	38742	18.94	38742	18.94
(36)SOLFÄNGARVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(7)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(26)PROCESSENERGI	61297	29.96	61297	29.96	61297	29.96
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	49109	24.00	49109	24.00	49109	24.00
(41)Verksamhetsenergi extern	12188	5.96	12188	5.96	12188	5.96
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENTILATIONSAGGREGAT	36806	17.99	1227	0.60	1227	0.60
(43)VÄRMESYSTEM	72554	35.46	135721	66.33	135721	66.33
(44)TAPPVARMVATTEN	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27

Vadden – Bergvärme (F)

	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Aktuell drift kWh	Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	146989	71.84	2372	1.16	2372	1.16
(1)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(2)Värmesystem	70740	34.57	625	0.31	625	0.31
(3)Tappvarmvatten	76250	37.27	1747	0.85	1747	0.85
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1814	0.89	73723	36.03	73723	36.03
(35)Värmepump	0	0.00	69103	33.77	69103	33.77
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	1227	0.60	1227	0.60
(15)Cirk.pump värme	1814	0.89	3393	1.66	3393	1.66
(10)Cirk.pump solf.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)Cirk.pump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	206204	100.78	206204	100.78
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	131702	64.37	131702	64.37
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	74503	36.41	74503	36.41
(36)SOLFÄNGARVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(7)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(26)PROCESSENERGI	61297	29.96	61297	29.96	61297	29.96
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	49109	24.00	49109	24.00	49109	24.00
(41)Verksamhetsenergi extern	12188	5.96	12188	5.96	12188	5.96
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENTILATIONSAGGREGAT	36806	17.99	1227	0.60	1227	0.60
(43)VÄRMESYSTEM	72554	35.46	135720	66.33	135720	66.33
(44)TAPPVARMVATTEN	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27

Vadden – Bergvärme (FTX)

	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Aktuell drift kWh	Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	146661	71.68	1902	0.93	1902	0.93
(1)Ventilationsaggregat	12954	6.33	33	0.02	33	0.02
(2)Värmesystem	57457	28.08	282	0.14	282	0.14
(3)Tappvarmvatten	76250	37.27	1588	0.78	1588	0.78
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1473	0.72	53793	26.29	53793	26.29
(35)Värmepump	0	0.00	48896	23.90	48896	23.90
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	1532	0.75	1532	0.75
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	1532	0.75	1532	0.75
(15)Cirk.pump värme	1473	0.72	1833	0.90	1833	0.90
(10)Cirk.pump solf.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)Cirk.pump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	145880	71.30	145880	71.30
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	71218	34.81	71218	34.81
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	74662	36.49	74662	36.49
(36)SOLFÄNGARVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(7)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(26)PROCESSENERGI	61297	29.96	61297	29.96	61297	29.96
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	49109	24.00	49109	24.00	49109	24.00
(41)Verksamhetsenergi extern	12188	5.96	12188	5.96	12188	5.96
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENTILATIONSAGGREGAT	54727	26.75	67148	32.82	67148	32.82
(43)VÄRMESYSTEM	58931	28.80	73333	35.84	73333	35.84
(44)TAPPVARMVATTEN	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27

Vadden – Pellets (F)

	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Aktuell drift kWh	Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	146989	71.84	208577	101.94	208577	101.94
(1)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(2)Värmesystem	70740	34.57	132327	64.68	132327	64.68
(3)Tappvarmvatten	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1814	0.89	4621	2.26	4621	2.26
(35)Värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	1227	0.60	1227	0.60
(15)Cirk. pump värme	1814	0.89	3393	1.66	3393	1.66
(10)Cirk. pump solf.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)Cirk. pump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(36)SOLFÄNGARVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(7)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(26)PROCESSENERGI	61297	29.96	61297	29.96	61297	29.96
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	49109	24.00	49109	24.00	49109	24.00
(41)Verksamhetsenergi extern	12188	5.96	12188	5.96	12188	5.96
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENTILATIONSAGGREGAT	36806	17.99	1227	0.60	1227	0.60
(43)VÄRMESYSTEM	72554	35.46	135720	66.33	135720	66.33
(44)TAPPVARMVATTEN	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27

Vadden – Pellets (FTX)

	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Aktuell drift kWh	Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	146661	71.68	147783	72.23	147783	72.23
(1)Ventilationsaggregat	12954	6.33	33	0.02	33	0.02
(2)Värmesystem	57458	28.08	71501	34.95	71501	34.95
(3)Tappvarmvatten	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1473	0.72	4897	2.39	4897	2.39
(35)Värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	1532	0.75	1532	0.75
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	1532	0.75	1532	0.75
(15)Cirk.pump värme	1473	0.72	1833	0.90	1833	0.90
(10)Cirk.pump solf.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)Cirk.pump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(36)SOLFÄNGARVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(7)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(26)PROCESSENERGI	61297	29.96	61297	29.96	61297	29.96
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	49109	24.00	49109	24.00	49109	24.00
(41)Verksamhetsenergi extern	12188	5.96	12188	5.96	12188	5.96
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENTILATIONSAGGREGAT	54727	26.75	67148	32.82	67148	32.82
(43)VÄRMESYSTEM	58931	28.80	73334	35.84	73334	35.84
(44)TAPPVARMVATTEN	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27

Vadden – Pellets (FVP)

	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Aktuell drift kWh	Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	146989	71.84	88164	43.09	88164	43.09
(1)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(2)Värmesystem	70740	34.57	50656	24.76	50656	24.76
(3)Tappvarmvatten	76250	37.27	37508	18.33	37508	18.33
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1814	0.89	45324	22.15	45324	22.15
(35)Värmepump	0	0.00	40752	19.92	40752	19.92
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	1179	0.58	1179	0.58
(15)Cirk. pump värme	1814	0.89	3393	1.66	3393	1.66
(10)Cirk. pump solf.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)Cirk. pump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	120413	58.85	120413	58.85
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	81672	39.92	81672	39.92
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	38742	18.94	38742	18.94
(36)SOLFÄNGARVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(7)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(26)PROCESSENERGI	61297	29.96	61297	29.96	61297	29.96
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	49109	24.00	49109	24.00	49109	24.00
(41)Verksamhetsenergi extern	12188	5.96	12188	5.96	12188	5.96
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENTILATIONSAGGREGAT	36806	17.99	1179	0.58	1179	0.58
(43)VÄRMESYSTEM	72554	35.46	135720	66.33	135720	66.33
(44)TAPPVARMVATTEN	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27

Vadden – Pellets/Sol (F)

	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Aktuell drift kWh	Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	146989	71.84	192563	94.12	192563	94.12
(1)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(2)Värmesystem	70740	34.57	131441	64.24	131441	64.24
(3)Tappvarmvatten	76250	37.27	61122	29.87	61122	29.87
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1814	0.89	4975	2.43	4975	2.43
(35)Värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	1227	0.60	1227	0.60
(15)Cirk.pump värme	1814	0.89	3393	1.66	3393	1.66
(10)Cirk.pump solf.	0	0.00	355	0.17	355	0.17
(12)Cirk.pump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(36)SOLFÄNGARVÄRME	0	0.00	16013	7.83	16013	7.83
(7)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	886	0.43	886	0.43
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	15128	7.39	15128	7.39
(26)PROCESSENERGI	61297	29.96	61297	29.96	61297	29.96
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	49109	24.00	49109	24.00	49109	24.00
(41)Verksamhetsenergi extern	12188	5.96	12188	5.96	12188	5.96
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENTILATIONSAGGREGAT	36806	17.99	1227	0.60	1227	0.60
(43)VÄRMESYSTEM	72554	35.46	135720	66.33	135720	66.33
(44)TAPPVARMVATTEN	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27

Vadden plus – Fjärrvärme (F)

	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Aktuell drift kWh	Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	145555	71.14	154655	75.59	154656	75.59
(1)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(2)Värmesystem	69305	33.87	78405	38.32	78407	38.32
(3)Tappvarmvatten	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1777	0.87	3238	1.58	3238	1.58
(35)Värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	1227	0.60	1227	0.60
(15)Cirk.pump värme	1777	0.87	2010	0.98	2010	0.98
(10)Cirk.pump solf.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)Cirk.pump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(36)SOLFÄNGARVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(7)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(26)PROCESSENERGI	61297	29.96	61297	29.96	61297	29.96
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	49109	24.00	49109	24.00	49109	24.00
(41)Verksamhetsenergi extern	12188	5.96	12188	5.96	12188	5.96
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENTILATIONSAGGREGAT	37112	18.14	1227	0.60	1227	0.60
(43)VÄRMESYSTEM	71082	34.74	80416	39.30	80417	39.30
(44)TAPPVARMVATTEN	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27

Vadden plus – Fjärrvärme (FTX)

	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Aktuell drift kWh	Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	145256	70.99	100381	49.06	100383	49.06
(1)Ventilationsaggregat	12984	6.35	33	0.02	33	0.02
(2)Värmesystem	56022	27.38	24099	11.78	24100	11.78
(3)Tappvarmvatten	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1436	0.70	3681	1.80	3681	1.80
(35)Värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	1532	0.75	1532	0.75
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	1532	0.75	1532	0.75
(15)Cirk.pump värme	1436	0.70	618	0.30	618	0.30
(10)Cirk.pump solf.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)Cirk.pump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(36)SOLFÄNGARVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(7)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(26)PROCESSENERGI	61297	29.96	61297	29.96	61297	29.96
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	49109	24.00	49109	24.00	49109	24.00
(41)Verksamhetsenergi extern	12188	5.96	12188	5.96	12188	5.96
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENTILATIONSAGGREGAT	54765	26.77	63618	31.09	63618	31.09
(43)VÄRMESYSTEM	57458	28.08	24717	12.08	24718	12.08
(44)TAPPVARMVATTEN	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27

Vadden plus – Fjärrvärme (FVP)

Zoom Större	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Aktuell drift kWh	Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	145555	71.14	35050	17.13	35052	17.13
(1)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(2)Värmesystem	69305	33.87	11028	5.39	11028	5.39
(3)Tappvarmvatten	76250	37.27	24023	11.74	24023	11.74
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1777	0.87	43759	21.39	43759	21.39
(35)Värmepump	0	0.00	40521	19.80	40521	19.80
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	1227	0.60	1227	0.60
(15)Cirk. pump värme	1777	0.87	2010	0.98	2010	0.98
(10)Cirk. pump solf.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)Cirk. pump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	119804	58.46	119804	58.46
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	67377	32.93	67378	32.93
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	52227	25.53	52226	25.53
(36)SOLFÄNGARVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(7)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(26)PROCESSENERGI	61297	29.96	61297	29.96	61297	29.96
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	49109	24.00	49109	24.00	49109	24.00
(41)Verksamhetsenergi extern	12188	5.96	12188	5.96	12188	5.96
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENTILATIONSAGGREGAT	37112	18.14	1227	0.60	1227	0.60
(43)VÄRMESYSTEM	71083	34.74	80416	39.30	80417	39.30
(44)TAPPVARMVATTEN	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27

Vadden plus – Bergvärme (F)

	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Aktuell drift kWh	Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	145555	71.14	1901	0.93	1901	0.93
(1)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(2)Värmesystem	69305	33.87	264	0.13	264	0.13
(3)Tappvarmvatten	76250	37.27	1637	0.80	1637	0.80
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1777	0.87	54441	26.61	54441	26.61
(35)Värmepump	0	0.00	51203	25.03	51204	25.03
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	1227	0.60	1227	0.60
(15)Cirk.pump värme	1777	0.87	2010	0.98	2010	0.98
(10)Cirk.pump solf.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)Cirk.pump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	152753	74.66	152754	74.66
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	78141	38.19	78142	38.19
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	74613	36.47	74613	36.47
(36)SOLFÄNGARVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(7)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(26)PROCESSENERGI	61297	29.96	61297	29.96	61297	29.96
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	49109	24.00	49109	24.00	49109	24.00
(41)Verksamhetsenergi extern	12188	5.96	12188	5.96	12188	5.96
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENTILATIONSAGGREGAT	37112	18.14	1227	0.60	1227	0.60
(43)VÄRMESYSTEM	71083	34.74	80416	39.30	80417	39.30
(44)TAPPVARMVATTEN	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27

Vadden plus – Bergvärme (FTX)

	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m²	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m²	Aktuell drift kWh	Aktuell drift kWh/m²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	145555	71.14	291	0.14	291	0.14
(1)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(2)Värmesystem	69305	33.87	1	0.00	1	0.00
(3)Tappvarmvatten	76250	37.27	290	0.14	290	0.14
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1777	0.87	37309	18.24	37310	18.24
(35)Värmepump	0	0.00	33622	16.43	33623	16.43
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	1532	0.75	1532	0.75
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	1532	0.75	1532	0.75
(15)Cirk.pump värme	1777	0.87	623	0.30	624	0.30
(10)Cirk.pump solf.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)Cirk.pump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	100274	49.01	100276	49.01
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	24316	11.88	24316	11.88
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	75960	37.13	75960	37.13
(36)SOLFÄNGARVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(7)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(26)PROCESSENERGI	61297	29.96	61297	29.96	61297	29.96
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	49109	24.00	49109	24.00	49109	24.00
(41)Verksamhetsenergi extern	12188	5.96	12188	5.96	12188	5.96
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENTILATIONSAGGREGAT	37112	18.14	57620	28.16	57620	28.16
(43)VÄRMESYSTEM	71083	34.74	24939	12.19	24940	12.19
(44)TAPPVARMVATTEN	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27

Vadden plus – Pellets (F)

	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Aktuell drift kWh	Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	145555	71.14	154655	75.59	154656	75.59
(1)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(2)Värmesystem	69305	33.87	78405	38.32	78407	38.32
(3)Tappvarmvatten	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1777	0.87	3238	1.58	3238	1.58
(35)Värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	1227	0.60	1227	0.60
(15)Cirk. pump värme	1777	0.87	2010	0.98	2010	0.98
(10)Cirk. pump solf.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)Cirk. pump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(36)SOLFÄNGARVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(7)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(26)PROCESSENERGI	61297	29.96	61297	29.96	61297	29.96
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	49109	24.00	49109	24.00	49109	24.00
(41)Verksamhetsenergi extern	12188	5.96	12188	5.96	12188	5.96
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENTILATIONSAGGREGAT	37112	18.14	1227	0.60	1227	0.60
(43)VÄRMESYSTEM	71082	34.74	80416	39.30	80417	39.30
(44)TAPPVARMVATTEN	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27

Vadden plus – Pellets (FTX)

	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Aktuell drift kWh	Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	145256	70.99	100381	49.06	100383	49.06
(1)Ventilationsaggregat	12984	6.35	33	0.02	33	0.02
(2)Värmesystem	56022	27.38	24099	11.78	24100	11.78
(3)Tappvarmvatten	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1436	0.70	3681	1.80	3681	1.80
(35)Värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	1532	0.75	1532	0.75
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	1532	0.75	1532	0.75
(15)Cirk. pump värme	1436	0.70	618	0.30	618	0.30
(10)Cirk. pump solf.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)Cirk. pump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(36)SOLFÄNGARVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(7)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(26)PROCESSENERGI	61297	29.96	61297	29.96	61297	29.96
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	49109	24.00	49109	24.00	49109	24.00
(41)Verksamhetsenergi extern	12188	5.96	12188	5.96	12188	5.96
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENTILATIONSAGGREGAT	54765	26.77	63618	31.09	63618	31.09
(43)VÄRMESYSTEM	57458	28.08	24717	12.08	24718	12.08
(44)TAPPVARMVATTEN	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27

Vadden plus – Pellets (FVP)

	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Aktuell drift kWh	Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	145555	71.14	35050	17.13	35052	17.13
(1)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(2)Värmesystem	69305	33.87	11028	5.39	11028	5.39
(3)Tappvarmvatten	76250	37.27	24023	11.74	24023	11.74
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1777	0.87	43759	21.39	43759	21.39
(35)Värmepump	0	0.00	40521	19.80	40521	19.80
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	1227	0.60	1227	0.60
(15)Cirk.pump värme	1777	0.87	2010	0.98	2010	0.98
(10)Cirk.pump solf.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(12)Cirk.pump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	119604	58.46	119604	58.46
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	67377	32.93	67378	32.93
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	52227	25.53	52226	25.53
(36)SOLFÄNGARVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(7)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(26)PROCESSENERGI	61297	29.96	61297	29.96	61297	29.96
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	49109	24.00	49109	24.00	49109	24.00
(41)Verksamhetsenergi extern	12188	5.96	12188	5.96	12188	5.96
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENTILATIONSAGGREGAT	37112	18.14	1227	0.60	1227	0.60
(43)VÄRMESYSTEM	71083	34.74	80416	39.30	80417	39.30
(44)TAPPVARMVATTEN	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27

Vadden plus – Pellets/Sol (F)

	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Referensdrift kWh	Referensdrift kWh/m ²	Aktuell drift kWh	Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	145555	71.14	138653	67.77	138655	67.77
(1)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(2)Värmesystem	69305	33.87	78060	38.15	78061	38.15
(3)Tappvarmvatten	76250	37.27	60593	29.62	60593	29.62
(47)BYGGNADENS KYLBEHOV	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(48)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(49)Kylning i rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	1777	0.87	3592	1.76	3592	1.76
(35)Värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(14)Tilluftsfläktar	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(13)Frånluftsfläktar	0	0.00	1227	0.60	1227	0.60
(15)Cirk.pump värme	1777	0.87	2010	0.98	2010	0.98
(10)Cirk.pump solf.	0	0.00	354	0.17	354	0.17
(12)Cirk.pump kyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(4)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(5)Värmesystem	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(6)Tappvarmvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(36)SOLFÄNGARVÄRME	0	0.00	16002	7.82	16002	7.82
(7)Ventilationsaggregat	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(8)Värmesystem	0	0.00	345	0.17	345	0.17
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	15657	7.65	15657	7.65
(26)PROCESSENERGI	61297	29.96	61297	29.96	61297	29.96
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	49109	24.00	49109	24.00	49109	24.00
(41)Verksamhetsenergi extern	12188	5.96	12188	5.96	12188	5.96
(39)Fastighetsenergi rumsluft	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(46)Fastighetsenergi extern	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(42)VENTILATIONSAGGREGAT	37112	18.14	1227	0.60	1227	0.60
(43)VÄRMESYSTEM	71082	34.74	80416	39.30	80417	39.30
(44)TAPPVARMVATTEN	76250	37.27	76250	37.27	76250	37.27