

Linnéuniversitetet

Institutionen för teknik

Rapport i kursen Energisystem – projekt

Energieffektivisering av FTX- ventilationssystem i flerbostadshus

*Energi- och kostnadsjämförelse av två olika
FTX-modeller*



Författare: Carlo Assaf, Elias
Zambrell, Ellinor Kömmits, Minna
Gelius & Moa Petersén
Termin: VT 22
Kurskod: 2BT006

Sammanfattning

Till följd av klimatkrisen och den globala uppvärmningen har världens länder gemensamt fattat ett beslut för en ljusare framtid, denna överenskommelse blev känd som Parisavtalet. Parisavtalet kungör att klimatanpassningar bör vidtas på lokal, regional, nationell och global nivå. Den Europeiska unionen har infört en energipolicy på global nivå förkortad EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) med mål om att minska och bevara energin i byggnader, detta som en konsekvens av att unionens byggnadssektor konsumerar 40% av den totala slutliga energin. Nationellt har Sveriges regering infört ett nytt stöd till energieffektivisering av flerbostadshus, varvid stödet skall beviljas vid en energieffektivisering av en byggnads energiprestanda med minst 20%.

Syftet med rapporten är att analysera ifall ett utbyte av befintliga FTX-ventilationsaggregat i flerbostadshuset vid kvarteret Viggen 1 Toragårdsvägen 14 Växjö skulle frambringa en energieffektivisering på minst 20% för att få finansiellt stöd till utförandet av renoveringen. Vid sidan av syftet undersöks Boverkets byggregler vid renovering, olika ventilationssystem och energieffektiviseringar samt livscykelkostnadsanalys över ventilationssystemen.

Energiberäkningar utförs på byggnaden enligt BBR 29 med det befintliga och nya ventilationsaggregaten Bahco Minimaster och CASA R2 SMART i beräkningsprogrammet *TMF* av en licensierad energiexpert. Beräkningsresultaten för de befintliga och nya aggregaten blev 119,1 respektive 92,7 kWh/m² *år och LCC-analysen visade på att det nya aggregatet (CASA R2 SMART) var 64% mer kostnadseffektivt jämfört med det befintliga. Detta medför en energieffektivisering av byggnaden på cirka 22% vilket uppnår tröskeln för beviljat stöd vid renovering.

Summary

As a result of the climate crisis and global warming, the countries of the world have jointly made a decision for a brighter future, this agreement became known as the Paris agreement. The Paris agreement imply that climate adjustments should be taken at local, regional, national and global levels. The European Union has introduced an energy policy on a global level which is abbreviated EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) with the aim of reducing and conserving energy in buildings. This was established as a consequence of the Unions building sector consuming 40% of the total final energy. On a national level, the Swedish government has introduced a new support for improvements of energy efficiency in apartment buildings, whereby the support shall be granted with the improvement of the building's energy performance by a minimum of 20%.

The purpose of the report is to analyze whether a replacement of existing FTX ventilation aggregates in the apartment buildings at Viggen block 1, Toragårdsvägen 14 Växjö would increase the energy performance of the building by at least 20% to receive financial support for the execution of the renovation. In addition to the purpose, Boverket's building regulations, various ventilation systems and energy performance improvements as well as lifecycle cost analysis of the ventilation system are examined and analyzed.

Energy calculations are performed on the building according to BBR 29 with the existing and new ventilation aggregates Bahco Minimaster and CASA R2 SMART in the calculation program TMF by a licensed energy expert. The calculation results for the existing and replaced aggregate were 119,1 and 92,7 kWh/m²*year respectively and the LCC-analysis concluded that the new aggregate (CASA R2 SMART) was 64% more cost efficient than the previous one. This entails an energy performance improvement of the building by approximately 22%, which passes the threshold for granted support to the execution of the renovation.

Abstract

With 2020 Paris convention that introduced a shared consensus among involved nation to preclude an eminent environmental crisis. Subsequent to this, nations have taken actions to avert their impact on the environment by reducing their carbon footprint and reducing energy consumption. The municipality of *Växjö Sweden* has implemented legislations which one of them entails that if a renovation of households mitigates their energy consumption by at least 20%, the landlord is entitled to subsidization for the project. This rapport will delineate its focus on the effectiveness of installing new ventilation aggregates. A total of 17 aggregates will be replaced (*Bahco Minimaster*) by newer ones (*CASA R2 SMART*) with an improved efficiency from 50 to 80%. The newer aggregate will have the capability of fluctuating its effect via demand control by measuring carbon concentration and moisture content. The results were that the primary energy number reduced by 22% with the implementation of a newer ventilation system, a decrease from 119.1 to 92.7 k kwh/m² year. Which resulted in an outcome that *CASA R2 SMART* were 64% more cost efficient than the previous aggregate, *Bahco Minimaster*.

Förord

Detta projektarbete har utförts av studenterna *Carlo Assaf*, *Elias Zambrell*, *Ellinor Kömmits*, *Minna Gelius* och *Moa Petersén* vid Linnéuniversitetet, högskoleingenjörsprogrammet, Energi- och miljö i Växjö. Projektet omfattar 7,5 hp, 10 veckors halvtidsarbete, och är en kurs som ingår andra året av programmet.

På uppdrag av *GodaHus* som blivit anlitate av *Öjaby Fastighets AB*, har projektet utgått ifrån att analysera hur energieffektiva och kostnadseffektiva det 17 nya FTX-aggregaten med närvaro- och fuktstyrning (*Casa R2 Smart*) är jämfört med det befintliga (*Bahco minimaster*) för flerbostadshus Toragårdsvägen 14. Per Wickman (energirevisor), har handlett projektet utifrån *GodaHus*.

Tack till *Per Wickman* för projektledning, handledning och för din erfarenhet och kunskap. Ett tack till *Katarina Rugar-Gadd* för handledning och för alla föreläsningar inom projektledning. Vi vill också tacka *Mikael Johansson* och *Kjell Borg* för möjligheten till detta projektarbete och för all värdefull information.

Ordlista, begrepp & förkortningar

A_{temp} = Tempererad boyta över 10 C°

BBR = Boverkets byggregler

CO₂ = Koldioxid

DCV = Demand control ventilation(närvarostyrd)

DVUT = Dimensionerad vinterutetemperatur)

OVK = Obligatorisk ventilationskontroll

PBF = Plan och byggförordningen

PBL = Plan och bygglagen

RF = Relativ fuktighet

SFP = Specific fan power

V = Uppmätta fukthalten

V_s = Mättnadsånghalten

Ventilationssystem

S = Självdrag

F = Frånluft

T = Tilluft

X = Värmeåtervinning

Innehållsförteckning

1. INTRODUKTION	1
1.1 BAKGRUND	1
1.1.1 Fastigheternas uppbyggnad och systemlösning	3
1.1.2 Utförd energideklaration	4
1.1.3 Insamlad data	4
1.2 SYFTE OCH MÅL	5
1.3 AVGRÄNSNINGAR	6
2. TEORI	6
2.1 BYGGNADENS ENERGIBALANS	6
2.2 BOVERKETS KRAV	7
2.3 STATLIGT STÖD	7
2.4 PRIMÄRENERGITAL	8
2.5 ENERGI- OCH KLIMATDEKLARATIONER	9
2.6 BERÄKNINGSPROGRAM TMF ENERGI	10
2.7 VENTILATION	10
2.7.1 Obligatorisk ventilationskontroll	10
2.7.2 Hälsopåverkan	11
2.7.2.1 Fukt	11
2.7.2.2 Koldioxidkoncentration	12
2.8 VENTILATIONSSYSTEM	12
2.8.1 Självdragsventilation	12
2.8.2 Frånluftsventilation	13
2.8.3 Till- och frånluftsventilation	13
2.8.4 Frånluftsventilation med värmeåtervinning	13
2.8.5 Till- och frånluftsventilation med värmeåtervinning	13
2.8.6 Centraliserat och Decentraliserat Ventilationssystem	14
2.8.7 Demand controlled ventilation	14
2.9 RESULTAT FRÅN TIDIGARE STUDIER	15
2.10 LIVSCYKELANALYS	15
2.10.1 Livscykelkostnadsanalys	15
2.10.2 Nyttjandetid, kalkylränta och elpris	16
2.10.3 Underhåll	16
2.10.4 Livscykelenergianalys	16
3. METOD	17
4. GENOMFÖRANDE	18
4.1 INFORMATIONSSÖKNINGAR	18
4.2 INSAMLAD DATA	18
4.3 ENERGIBERÄKNINGAR I TMF	18
4.4 LCC-ANALYS	18
5. RESULTAT OCH ANALYS	19
5.1 ENERGIPRESTANDA OCH PRIMÄRENERGITAL	19
5.1.1 Före renovering	19
5.1.2 Efter renovering	19
5.1.3 jämförelse av Bahco Minimaster & CASA R2 SMART	20
5.2 LCC-ANALYS	20
6. DISKUSSION OCH SLUTSATSER	22
7. REFERENSER	24
8. BILAGOR	30

1.Introduktion

Den tolfte december 2015 ingick världens länder i ett nytt avtal. Tillsammans bildades en överenskommelse för klimatet, närmare känt som Parisavtalet. I detta avtal ingår 29 artiklar där den andra artikeln tydliggör att länderna ska sträva för att den globala temperaturökningen ska hållas väl under två grader Celsius och jobba för att ökningen ska stanna vid en och en halv grad Celsius. [1] Detta är ett aktuellt problem som hela världen kämpar för, över 97% av aktivt publicerande klimatforskare samtycker om att en global uppvärmning genomförs på grund av mänsklig aktivitet. [2] Parisavtalet kungör också att anpassningarna som behöver göras för att klara av artikel tvås mål är på lokal, regional, nationell och global nivå. [3]

Anpassningar måste göras inom flera sektorer för att kunna möta de krav som Parisavtalet ställer. Byggnadssektorn står för en stor andel av den mänskliga energikonsumtionen, närmare 40%, och på så sätt så står också sektorn för en stor del av växthusgasutsläppen. [4]

På lokal nivå, i ett flerbostadshusområde, närmare bestämt kvarteret Viggen 1, Toragårdsvägen 14 Växjö, ska anpassning ske genom att byta ut befintliga ventilationsaggregat mot nya effektivare som ska generera en energibesparing på minst 20%. Denna rapport kommer att undersöka om energibesparingen kommer att bli så pass hög så att statligt stöd för renoveringen kan nyttjas. Undersökningen kommer göras både utifrån ett energi- och kostnadsperspektiv.

1.1 Bakgrund

Mänsklig aktivitet som bidrar till global uppvärmning är bland annat el- och värmeproduktion, varuproduktion, avskogning och transport. Inom dessa områden utgör städer enligt FN, för 78% av världens energikonsumtion och 60% av världens växthusgasutsläpp. [5] För att kunna uppnå netto-nollutsläpp 2050 behöver förändringar ske inom dessa sektorer. Allmänheten har en central roll i förändringen och för att lyckas behöver alla vara med. Lösningar för att nå målet behöver vara integrerade med varandra, och samarbeten över de olika sektorerna kommer vara av stor vikt. Samhället behöver på så vis aktivt delta och ta hand om de som är mer utsatta av övergången till noll växthusgasutsläpp. [4]

Parisavtalets temperaturmål är ett långsiktigt mål och anpassningarna måste också vara långsiktiga. EU har exempelvis tagit fram strategier för globala klimatåtgärder, där visionen kan leda till netto-nollutsläpp 2050. Strategin ska driva fram EU:s riktning för energi- och miljöpolitik och på så sätt vara ett långsiktigt bidrag till Parisavtalets temperaturmål. EU satsar på förnybar energi, energieffektivitet och minskning av växthusgasutsläpp, strävan mot att gå över till ren energi och bli världsledande inom förnybar energi. [6] EU:s energisektor står för mer än 75% av växthusgasutsläppen och är det som i övergången behöver stå i centrum för att kunna gå mot nollutsläpp. Framtidens system behöver integrera olika energislag med smarta nät för att möta allmänhetens behov. Tekniker inom de olika energisektorerna (byggnader, transport, industri, jordbruk etcetera) behöver utvecklas både snabbare och effektivare. Samarbete är här av stor vikt, där detta krävs mellan regioner, för att dela kunskap och resurser.

På kontinental nivå har den Europeiska unionen infört en energipolicy förkortad EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) för att minska och bevara energi i byggnader som en konsekvens av att unionens byggnadssektor konsumerar 40% av den totala slutliga

energin och därmed utgör 40% av de totala koldioxidutsläppen. [7] Energieffektivisering krävs för byggnadssektorn för att samhället ska kunna minska sin energikonsumtion, både inom privata och offentliga sektorn. Befintliga byggnader som bidrar till utsläppen som har en hög energiförbrukning måste renoveras samt övergång till förnybar energi här är ett måste. Nya byggnader måste byggas med planering för nollutsläpp och hushållssystem/apparater behöver effektiviseras och tas i användning. Uppvärmning kommer fortsatt ha en central roll för effektiviseringen.

För att kunna nå klimatmålen på ett hållbart sätt förklarar EU:s strategier att finansiella bidrag till allmänheten är av stor vikt för att skynda på utvecklingen och renovering inom bostadssektorn. Betydelsen av kompetens och vilja för att kunna påskynda effektiviseringen är stor och engagemang från alla aktörer krävs. Med dessa finansiella bidrag kan energiförbrukningen minska under en kortare period än om dessa hade uteblivit. På statlig nivå har Sveriges regering den 20 juni 2021 infört ett nytt stöd till energieffektivisering av flerbostadshus, varvid stödet skall beviljas vid en energieffektivisering av en byggnads energiprestanda med minst 20%. [8] Detta för att minska byggnaders energiförbrukning under användningsfasen vilket inom Sverige består till 60% av uppvärmning. [9]

Till följd av Europakommissionens åtgärds paket ”Den europeiska gröna given” som säger att till 2050 ska Europa vara klimatneutralt, har Sverige tagit vid ett flertal åtgärder. Bland annat så har Sverige satt som mål att vara klimatneutralt till år 2045. Följaktligen har riksdagen beslutat om nationella delmål så som att energianvändningen ska minskas med 50% till år 2050 per uppvärmd bebyggelsearea. [10] Nya byggnader som byggs styrs av EU-direktiv och behöver vara så energieffektiva som möjligt, så kallade nära-nollenergibyggnader. En svensk strategi för detta föreslås av Energimyndigheten för att kunna möta direktivet. Det är viktigt att förmedla var systemgränser för byggnaden går och om den primära energin och dess omvandling tas i beaktning när beräkningar för nära-nollenergibyggnader görs. [11] Förutom att energikraven vid nybyggnationer måste sättas tillräckligt långtgående för att sätta energimål ska uppnås, är det även viktigt att breda energibesparingar görs för befintliga byggnader.

Byggnader och dess klimatskal spelar alltså en stor roll för att kunna nå Parisavtalets temperaturmål. Renovering utifrån EU-direktiv ger medlemsländer och dess invånare chans till kostnads- och energieffektiva lösningar. För att göra en byggnad mer effektiv kan den boende exempelvis investera i energieffektiva fönster och isolering av väggar, golv och tak. Kostnaden är direkt kopplad till bostadens uppvärmningskälla och att investera i att förbättra byggnadens klimatskal sparar både pengar och energi då inte lika mycket tillgångar måste läggas på uppvärmning. Värmebehov och värmebesparing för byggnader är det som har störst påverkan på klimatet, vilket i sig kan spara in en stor del av samhällets energiförbrukning och på så sätt minska växthusgasutsläppen. Att som byggnadsägare göra renoveringar som förbättrar energiförbrukningen, ger en kostnadsbesparing och gör byggnaden mer attraktiv för allmänheten. Detta ökar nyfikenheten och viljan till förbättring. [12]

Många gamla byggnader som är byggda från miljonprogrammet eller 80-talet behöver antingen totalrenoveras eller bytas ut på grund av undermålig energiprestanda. Genom att exempelvis byta ut ventilationssystem går det att göra stora energibesparingar i byggnader, vilket kommer undersökas i projektet. Det har införts diverse lagar och regler med direktiv om hur energieffektivisering bör ske för att dra ner på elförbrukningen samt minimering av energiförluster. Länder inom EU måste förhålla sig inom dessa regelverk som Sverige har sammanställts i Plan- och bygglagen samt Plan- och byggnadsförordningen. Vad detta innebär för byggnaderna, är flera olika renoveringsprojekt. För projekteten Viggen är det nu aktuellt

med byten av ventilationsaggregat, dels för att de är gamla med undermålig energiprestanda, dels för att kunna nyttja möjlighet till stöd. [13]

1.1.1 Fastigheternas uppbyggnad och systemlösning

Kvarteret Viggen 1 utgörs av flerbostadshus gjorda i trä samt betong vilka är belägna på Toragårdsvägen 14 Växjö. Flerbostadshusen har 17st lägenheter vardera med 3 våningar som är byggda 1992 och ägs av Öjaby fastighets AB. Totalt har varje flerbostadshus en A_{temp} på 1457 m². Uppvärmningssystemet i flerbostadshusen utgörs fullt ut av fjärrvärme, ventilationssystemen installerade är FTX-system och inga solcellspaneler är installerade. Figur 1 visar ett foto på flerbostadshusen i Viggen 1 som är gjorda ur trä. Figur 2 visar ett foto på flerbostadshusen i Viggen 1 som är gjorda ur betong.



Figur 1 Foto på flerbostadshusen byggda i trä



Figur 2 Foto på flerbostadshusen byggda i betong

1.1.2 Utförd energideklaration

En energideklaration utfördes juni 2019 för Toragårdsvägen 14 Växjö. I deklARATIONEN finns information om byggnadens energianvändning, se bilaga 1. Byggnaden fick energiklass E med energiprestanda uttryckt i primärenergitalet 148 kWh/m² och år. Vid ny byggnad krävs energiklass C med primärenergital 85 kWh/m² och år. I tabell 1 nedan sammanfattas data från deklARATIONEN. EnergideklARATIONEN är utförd enligt BBR26, vilket gör att primärenergitalet inte går att jämföras med den nyare standarden BBR29. Denna utförda energideklARATION med det gamla aggregatet måste räknas om för att vara jämförbar med energideklARATIONEN som ska utföras med nya aggregatet. Omräkningen av gamla deklARATIONER och beräkning av ny energiprestanda med nya aggregaten kommer utföras med programmet TMF och presenteras under avsnittet resultat.

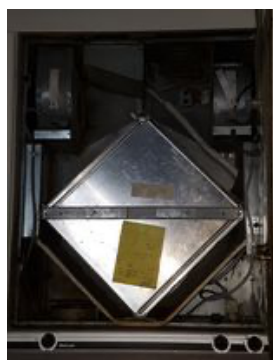
Tabell 1. EnergideklARATION Toragårdsvägen 14

EnergideklARATION		
Primärenergital	148	kWh/m ² och år
A _{temp}	1457	m ²
Uppvärmningsenergi	141 927	kWh
Energi för tappvarmvatten	36 425	kWh
Fastighetsel	11 600	kWh

1.1.3 Insamlad data

De 17 Aggregat som varit i bruk som ska bytas ut är av modellen *Bahco Minimaster* (se figur 3). Ersättande aggregaten som ska installeras är Swegon *CASA R2 SMART* (se figur 4).

Aggregatet har ett luftflöde mellan 18–60 l/(s*m²). Verkningsgraden uppskattas till 83% samt att aggregatet är behovsstyrt (*Bahco*:s verkningsgrad är 50%). När ingen vistas på ytan så sänks luftflödet till 10 l/(s*m²). Aggregatets normaleffekt är 640 W. *CASA R2 SMART* beräknas ha en grundinvesteringskostnad på 20 000 kr/st samt antas ha en elförbrukning på 661 kWh/år. Enligt *Swegons* utbytesguide (se bilaga 3) vid ett utbyte av *Bahco Minimaster till CASA R2 SMART* har den senare bättre prestanda; Aggregatet kräver cirka hälften av energin för att transportera samma mängd som det äldre aggregatet. Sedan kommer även *CASA R2 Smart* ha upp 30% lägre ljudnivå genom förstärkt isolering i höljet som ger förbättrad ljudisolering samt energiprestanda. [14]



Figur 3. Bild på Bahco Minimaster i hyresgäst kök



Figur 4. Bild på CASA R2 Smart (Swegon, senast uppdaterad: ej angivet)

1.1.4 Uppgifter till ansökan Viggen

Byggnaderna som behandlas i projektet har en golvarea på 1457 m² och deras primärenergital är beräknat till 119 kWh/m². Energiprestandan efter energieffektiviseringsåtgärder är beräknat att vara 85 kWh/m². Procentuellt ska det vara en förbättring på 29,5%. Se bilaga 2 för ansökan. Utifrån detta resultat som den certifierade energiexperten beräknat och framlagt i ansökan, är byggnaderna enligt kriterierna stödberättigade. Projektet går ut på att genomföra beräkningarna igen baserat på ventilationsbytet endast och komma fram till energi- respektive kostnadseffektiviseringen. Målet är att åtminstone komma fram till samma slutsats om att effektiviseringen bör generera 20% energibesparing. Dock är beräkningarna från ansökan utförda med alla parametrar inräknade och tar inte bara hänsyn till ventilationssystemen vilket kommer undersökas i detta projekt.

1.2 Syfte och mål

Undersökningen syftar till att analysera energieffektiviseringen vid byte till 17 nya närvarostyrda FTX-lägenhetsaggregat av modellen CASA R2 Smart för ett flerbostadshus i kvarteret Viggen i Växjö. Det befintliga FTX-lägenhetsaggregatet som ska bytas ut saknar närvarostyrning och är av modellen Bahco Minimaster. Lönsamheten för det nya ventilationssystemet analyseras sedan ur ett kostnadsperspektiv.

Projektets målsättning är att presentera ett resultat för hur pass energi- och kostnadseffektivt det nya ventilationssystemet är i förhållande till det befintliga. Om minst 20% energieffektivisering uppnås kan resultatet nyttjas som underlag för Öjaby fastighets AB:s bidragsansökan till länsstyrelsen.

1.3 Avgränsningar

Arbetet avgränsar sig till att genomförande av beräkningar utförs av en certifierad energiexpert och inga egna mätningar görs. Beräkningar baseras på endast ett av flerbostadshusen i kvarteret Viggen och antas vara likvärdigt för resterande flerbostadshus. Den beräknade energieffektiviseringen omfattar endast byte av ventilationssystem och inkluderar således inte andra tänkbara energieffektiviseringsfaktorer. Därmed bör man ha i åtanke att om målet med 20% energiminskning för byggnaden inte uppnås kan fler åtgärder göras så som exempelvis tätning av fönster och ytterdörrar, avgasning av värmesystem och byte av termostater eller förbättring av isolering. Vid utförande av livscykelkostandsanalys används ett verktyg skapat av Upphandlingsmyndigheten där hänsyn har tagits till nuvärdeskostnad.

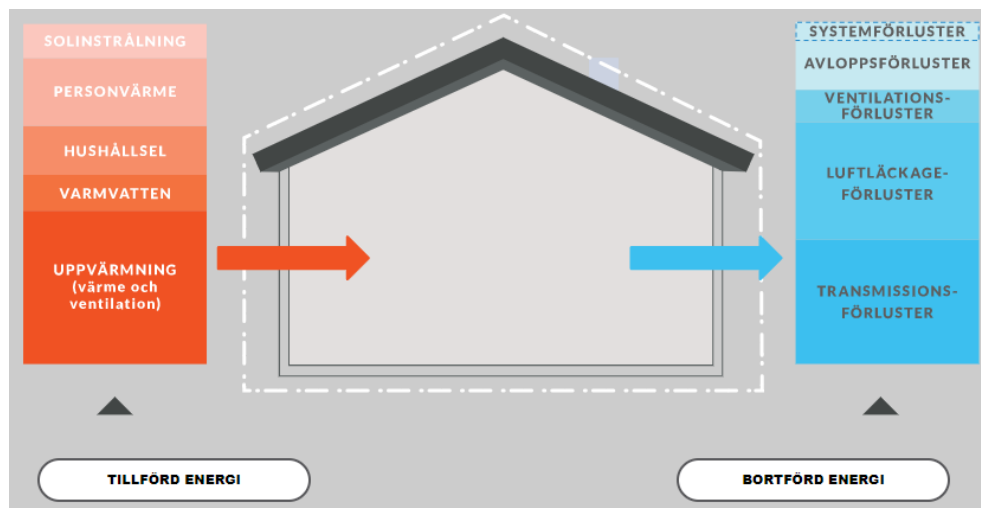
2. Teori

I avsnittet beskrivs teorin för undersökningen vilken är relevant för att kunna få förståelse över teoretisk bakgrund som ligger till grund av genomförandet, resultat och diskussionen för projektet.

2.1 Byggnadens energibalans

Energieffektivisering för en byggnad inleds genom en energianalys av byggnadens energibalans [7], detta utförs av en energiexpert med hjälp av beräkningsprogram som till exempel VIP+. Vid beräkningen fastställs mängden. Formeln av tillförd och bortförd energi från byggnaden och balansen mellan dem kallas energibalans. Tillförd energi utgörs av uppvärmning (värme och ventilation), varmvatten, hushållsel (apparater och lampor), personvärme och soltransmittans medan bortförd energi utgörs av transmission-, läckage-, ventilation och avloppsförluster. [15] För visuell bild på en byggnads energibalans se figur 5. De främsta påverkande faktorerna är det yttre klimatet, den bedrivna verksamheten och den efterfrågade inomhusmiljön, dessa faktorer påverkar uppvärmningen och varmvattenberedningen i byggnaden som utgör den största energikonsumtionen. [15]

I en utförd studie på ett flervåningsbostadshus i Sverige kan slutlig energiförbrukning för uppvärmningen av bostaden minskas med 13–43% beroende på hushållsutrustning och tekniska installationer i byggnaden. [9] En sådan teknisk installation skulle kunna vara olika ventilationssystem då studier visar på att en omställning till värmeåtervinnande ventilationssystem kan minska den totala energikonsumtionen med upp till 21% [16] vilket kan resultera i den eftersökta 20 procentiga energieffektiviseringen av flerbostadshus för ett statligt stöd till renoveringen.



Figur 5. Figur på energibalansen över en byggnad. (Taget från energilyftet.se)

2.2 Boverkets krav

EU-parlamentets direktiv om byggnaders energiprestanda trädde i kraft 2002 för att främja energieffektivisering i byggnader, med hänsyn till kraven på inomhusklimat och kostnadseffektivisering. För att förhålla sig inom direktivens ramar har Sverige bland annat infört energideklarationer för byggnader, förändringar i byggregelverk och informationsarbetet via energirådgivare och energikontor. [17]

Boverkets byggregler, BBR används som riktlinjer vid byggnation för att förhålla sig till regeringens föreskrifter och allmänna råd. De baseras på plan- och bygglagen, PBL och plan- och byggnadsförordningen, PBF vilka tillsammans utgör lagstiftningen för byggnadsverk i Sverige. Många av dessa krav kommer från det pågående arbete om energieffektivisering inom EU som Sverige har anpassat sig till. [18]

I BBR finns krav om hur byggnader ska dimensioneras med hänsyn till energianvändning samt värmeisolering. Kraven i BBR omfattar bland annat energieffektivisering för byggnaders energiprestanda genom att bland annat minimera energiflöden och hushålla med elektricitet. Det finns exempelvis krav om energianvändning och energiprestanda som uttrycks i primärenergital. Även effekt och värmeisolering som uttrycks med värmegenomgångskoefficienten krävs i BBR för olika byggnader. [19]

2.3 Statligt stöd

Den 20 juni 2021 beslutades ett nytt införande av möjlighet till stöd vid energieffektivisering i flerbostadshus. Stödet ska täcka de merkostnader som medförs vid energieffektivisering av en byggnad, endast och endast om energiprestandan effektiviseras med minst 20%. Stödet finansieras genom medel från EU där Sverige har ansökt om ett bidragspaket, som EU möjliggjort för att länder ska kunna återhämta orsakade ekonomiska skador och sociala konsekvenser till grund av covid-19-pandemin [8]. Även för att minska byggnaders energiförbrukning under användningsfasen vilket inom Sverige består till 60% av uppvärmning. [9] Villkoren för att få stödet beviljat, är att det endast gäller energieffektiviseringsåtgärder i flerbostadshus. Det är bland annat allmännyttiga bostadsföretag och privata bostadsföretag som kan söka stödet. De byggnader som omfattas

av stödet är de som till övervägande del eller att mer än hälften av dess yta måste utgöras av bostadslägenheter. [8]

2.4 Primärenergital

Energiprestanda är ett mått på hur bra en byggnads bygg- och installationstekniska egenskaper är med avseende på energin i byggnaden. I BBR finns max- och minimikrav på energiprestanda och för att uttrycka det används primärenergital (kWh/m² och år). Det är även genom primärenergital som olika energiklasser ligger till grund för i energideklarationer. Då det finns olika utgåvor av BBR, avser uttrycket av primärenergitalet nedan BBR29, de nyaste energireglerna som används. Primärenergitalet tar hänsyn till vilken typ av energi som används, vilket inte görs på samma sätt i gamla energiregler. Det betyder att om en hypotetisk jämförelse av en byggnads energiprestanda görs med avseende på två olika uppvärmningssystem, exempelvis fjärrvärme och bergvärme, kommer de generera väldigt olika energiprestanda vid användning av gamla energiregler. De nyare energireglerna avser primärenergitalet samt tar hänsyn till nya viktningsfaktorer vilka infördes 2020 för att beräkningarna ska vara mer precisa och mindre missvisande vid relevanta jämförelser. [20]

Primärenergitalet beräknas med ekvationen:

$$EP_{pet} = \frac{\sum_{i=1}^6 \left(\frac{E_{uppv,i}}{F_{geo}} + E_{kyl,i} + E_{f,i} \right) \times VF_i}{A_{temp}}$$

Ingående parametrar i ekvationen:

$E_{uppv,i}$, är uppvärmningsenergi dividerad med geografisk justeringsfaktor, F_{geo} som är beroende av byggnadens geografiska placering och finns tillgängliga i BBR.

$E_{kyl,i}$, $E_{tvv,i}$, $E_{f,i}$ är olika energibärare multiplicerade med olika viktningsfaktorer, VF_i . Exempelvis de som utgörs av fjärrvärme multipliceras med en faktor 0,7 och de som utgörs av el multipliceras med faktor 1,8. Viktningsfaktorer går att hitta i BBR och beskrivs nedan i tabell 2.

Byggnadens primärenergianvändning är summan av värdena, d.v.s. talet i täljaren.

Primärenergianvändningen divideras med byggnadens uppvärmda area, A_{temp} för att få fram primärenergitalet EP_{pet} . [21]

Tabell 2. Viktningsfaktorer från BBR29

Energibärare	Viktningsfaktor (VF _i)
El	1,8
Fjärrvärme	0,7
Fjärrkyla	0,6
Fasta, flytande och gasformiga biobränslen	0,6
Fossil olja	1,8
Fossil gas	1,8

Tabellen beskriver olika energibärare med dess korresponderande viktningsfaktorer vilka är möjliga parametrar till beräkningen. Till projektet utförs beräkningarna automatiskt av beräkningsprogrammet. [21]

Det är detta energital som ska förbättras med minst 20% för att kvalificeras som en stödberättigad byggnad. Ansökan skickas in till Länsstyrelsen. För att ansöka om stödet krävs att en certifierad energiexpert är inblandad i ansökningsprocessen, med bland annat intyg med beskrivning av valda energieffektiviseringsåtgärder samt beräkningar för kostnader. Se bilaga 2 för uppgifter som ska fyllas i blanketten. Bygglov ska även skickas in tillsammans med ansökan. Hur mycket stöd som tillgodoses om ansökan av stödet godkänns, beror på företagets storlek. Små företag kan få upp till 50% av stödberättigade underlaget medan medelstora kan få uppåt 40% och stora företag 30%. Då stödet är begränsat genom finansieringen med medel från EU kommer möjligheten till denna hjälp upphöra vid årsskiftet 2021/22. De ansökningar som kommer in till länsstyrelsen efter 2021 kommer ej kunna tillgodoses. [8]

2.5 Energi- och klimatdeklarationer

Mot bakgrund av att byggnadssektorn står för storskalig konsumtion av energianvändningen, har energideklarationer införts i EU för att främja energieffektivisering. Tillvägagångssättet skiljer sig åt vid utförandet av beräkningar till energideklarationer i olika länder, men innehållet ska vara samma [22]. En energideklaration ska innehålla information om energianvändningen i en byggnad vid användning. Det som ska finnas med är byggnadens uppvärmda area, energianvändning för uppvärmning, radonvärde, värme- och ventilationssystem samt även förslag till förbättring av energiprestanda om sådan finns. I energideklarationen anges också byggnadens energiklass. Energitklassen är en bokstav från A-G som indikerar låg eller hög energianvändning. Äldre byggnader klassas ofta som D-G, medan nybyggda hus som bör vara energisnålare hamnar inom klasserna A-C. Ny byggnad måste lägst vara av klass C. [23]

Den som äger en byggnad har ansvaret för att det ska finnas en energideklaration. I Sverige är det lag på att en energideklaration ska upprättas innan en byggnad säljs. Byggnader som måste kunna uppvisa energideklaration är byggnader med golvarea över 250 m², bostäder, lokaler med hyresrätt, bostadsrätter och även nyuppförda byggnader som ska säljas. Även deklARATIONEN utförs av en certifierad energiexpert och ska registreras hos Boverket. Energideklarationen är till för att ge en översikt över en byggnads energistatus, inomhusmiljö samt för att kunna identifiera huruvida det går att vidta åtgärder kring effektivisering av energiprestandan utan att påverka termisk komfort. [24]

Införandet av energideklarationer har även möjliggjort kartläggning av energiprestandan över tid. För forskare och beslutfattare inom EU är energideklarationer en viktig tillgång för utvärdering under perioden som de funnits för att stödja energieffektiviseringen. Det som har varit en utmaning gällande arbetet är att informationen ska kunna vara jämförbara med varandra trots att energiregler har ändrats över tid ofta på statliga nivåer, även att kraven på beräkningar av energiprestandan skiljer sig åt över landsgränser. Några sätt att främja detta är att ur större perspektiv, exempelvis EU-nivå lyckas förbättra användandet av energideklarationer, där länder utgår från samma eller liknande standard vid beräkning. [25]

2022 infördes krav på klimatdeklaration vid nybyggnationer. Det innebär att inte bara energideklaration ska kunna tillhandhållas utan byggherrar måste även kunna redovisa klimatpåverkan från produktionen av byggnaden, material, montering och transporter i form av en klimatdeklaration. [26]

2.6 Beräkningsprogram TMF Energi

Programmet *TMF Energi* som kommer användas för att beräkna energianvändning för lägenheterna både innan och efter installation av nya aggregaten. Systemet introducerades 2009 och brukas av majoriteten av svenska småhustillverkare. Kring 90% av husen utvecklade med *TMF Energi* klarar BBR:s energikrav. Programmet verifierades under två års tid genom ett FoU-projekt där programmets uträknade värden jämfördes med mätningar från olika småhus i Sverige. Genomsnittligt visade den uträknade och uppmätta energiprestandan en god konformitet. Programmet redovisar ett primärenergital som fås från byggnadens energiprestanda och energianvändning. [27]

2.7 Ventilation

BBR har som krav att ventilationen i hushåll är tillräcklig för hygien, hälsa och miljö. Byggnader ska utformas så att varken dess boende eller grannar utsätts för risk där deras hygien eller hälsa hotas. [28] Att förse hushåll med en adekvat luftgenomströmning är ett av kraven då ventilation hindrar föroreningar från mindre rena rum som badrum och kök ska spridas och kontaminera sov-och vardagsrum. Ifall ventilationen är otillräcklig finns det risk att luften blir för fuktig. Utöver hälsokomfort ställs även krav på att minska energikonsumtion för miljöpåverkan. [29] Energibesparingar kan göras via smarta ventilationssystem där värme från huset kan återvinnas och tas tillvara på, vilket leder till en minskad energimängd. Vid ett kallare klimat kan energikonsumtionen minska betydligt då den alstrade värmen återanvänds. Hushålluppvärmning i Sverige uppskattas förbruka 60% av hushållssektorns totala energi. Så att minska energin som går till uppvärmning genom att återanvända den alstrade värmen kan gynna hushålls energiförbrukning.

2.7.1 Obligatorisk ventilationskontroll

Byggnadsägaren har ansvar att utföra obligatorisk ventilationskontroll (OVK) enligt bestämmelserna från PBL, PBF samt boverkets föreskrifter. Ifall byggnadens tekniska aspekter, såsom ventilation inte uppfyller kraven ligger det hos byggnadsägaren att vidta åtgärder för till rätta bristerna. Ägaren bestämmer vem som utför OVK men personen måste vara certifierad kontrollant. OVK ska utgöras vid införskaffande av nytt ventilationssystem. Beroende på hustyp och system kan återkommande besiktningar behöva göras, tidsintervallet mellan inspektionerna beror på byggnadstypen. En- och tvåbostadshus med FT-, FX- eller FTX-ventilation behöver kontrolleras vid installation. Om samma ventilation används i ett flerbostadshus krävs besiktning vid installation och vart tredje år. Ifall F – eller S-system

används så är det inget krav på besiktning för en- och tvåbostadshus men krav för flerbostadshus att besikta vid montering samt vart sjätte år. [30]

2.7.2 Hälsopåverkan

BBR:s krav är för att försäkra att boendes hälsa inte riskeras. Ifall reglementen kring ventilation inte upprätthålls och luftbytet är otillräckligt kan exempelvis fuktvärden eller koldioxidkoncentration bli allt för höga.

2.7.2.1 Fukt

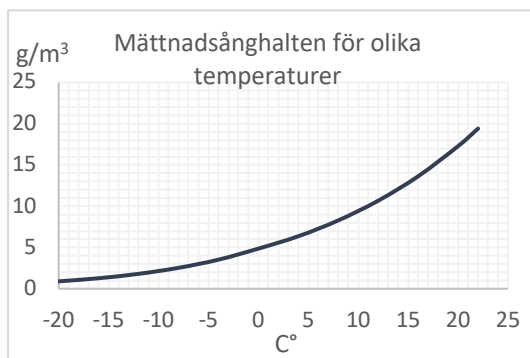
Mängden fukt i hushåll mäts genom en kvot på rummets uppmätta ånghalt, v med avseende på mätnadsånghalten, v_s vid aktuell temperatur (figur 6). Mättnadsånghalten är den maximala mängden ånga som kan ackumuleras vid specifika temperaturer (mättnadsånghalten kan även kallas för daggpunkten). [31] Denna kvot kallas *relativ fukthalt* (RF). Formeln för RF skrivs enligt:

$$RF = \frac{v}{v_s}$$

v_s = mättnadsånghalten

v = uppmätta fukthalten

Värdet som RF inte får överskrida kallas *kritiskt fuktillstånd*. Värdet varierar för varje hushåll och måste bestämmas genom mätningar. Om boendet inte är tillräckligt undersökt antas det kritiska fuktillståndet vara 75%. För att säkerställa att luftburna föroreningar och fukt hålls till en acceptabel nivå. BBR Kräver att installerade systemet minst kan tillföra ett luftutbyte på $0.35 \frac{L}{s \cdot m^2 \cdot person}$ där någon vistas. [32]



Figur 6. Hur mättnadsånghalten förändras med temperaturen

Mikroorganismer som kvalster gynnas vid fuktig luft och dess tillväxt kan orsaka olika hälsoproblem för både hud, slemhinne- och luftväg. [33] Exempel är känsla av torrhet eller irritation i hy och/eller luftvägar. Allvarligare symptom som luftvägsinfektion eller utvecklande/förvärrande astma kan utmynna vid längre exponering. [34] En finsk studie från *Oulo universitet* lyckades visa hur fuktig luft korrelerar till hälsoproblem. Studien bedrevs av två grupper varav en grupp arbetade på ett sjukhus där det var fuktig luft på grund av en vattenläcka. Andra gruppen jobbade på ett kontor där ventilation antogs tillfredställande då inga klagomål framkommit. Mängden arbetare av sjukhuspersonalen som kände av astmabesvär var 185% större än personalen på kontor. Sjukhuspersonalen hade även fler som kände av andra problem med luftvägarna, ca 176%. [35]

2.7.2.2 Koldioxidkoncentration

Koncentration av CO₂ mäts i ppm (parts per million). Det är denna luftkoncentration som avgör ifall DCV-aggregat ska öka/sänka varvtal. Ett standardvärde sätts och det har en direkt påverkan kring husets energikonsumtion. Enligt amerikanska avdelning för hälsa FSIS (*Food Safety and Inspection Service*), får inte koncentration överskrida 5000 ppm ifall människor förväntas exponeras mer än åtta timmar för allvarlig hälsopåverkan. [36] Det rekommenderas att luftkoncentrationen ska ligga mellan 600–800 ppm för välmående och inte känsla av trötthet och yrsel. För jämförelse ligger CO₂-koncentration utomhus kring 350–450 ppm. [37] *Purdue University* i *Indiana* publicerade en studie 2021 där det påvisades att ifall byggnader med DCV-ventilation som tidigare hade 400 ppm till standardkoncentration kunde energikonsumtionen minska med 30,8–45,8% genom att CO₂-standarden höjdes till 600 respektive 800 ppm. [38]

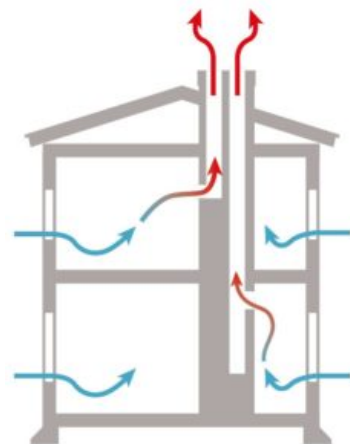
2.8 Ventilationssystem

En mängd olika ventilationssystem finns idag att välja på marknaden. Beroende på vilken typ av byggnad som ska analyseras finns för- och nackdelar mellan de olika systemen. Många ventilationssystem möjliggör en kombination med energibesparande system. En noga avvägning bör göras för att ett så energieffektivt val som möjligt kan göras, även ur ett långsiktigt perspektiv. Några varianter på ventilationssystem kan exempelvis vara självdragsventilation (S), frånluftsventilation med eller utan värmeåtervinning (FX eller F), till- och frånluftsventilation med eller utan värmeåtervinning (FTX eller FT). [39]

2.8.1 Självdragsventilation

S-system

Processen bygger att inomhusluften har en högre temperatur än utomhusluften vilket gör att luften blir lättare genom att dess densitet minskar. Luften flyter uppåt till toppen för att sedan lämna boendet via luftkanaler i väggar, murstock eller tak. När den varma luften lämnat uppstår ett undertryck som gör att ny uteluft tränger in via otätheter i.e. fönster och dörrar (figur 7). Ju större skillnaden mellan utom-och inomhustemperaturen är, desto effektivare är luftutbytet. Badrum och kök behöver effektivare luftutbyte för att undvika mögel vilket ofta sker genom att springorna i dörrarna är större. S-system kallas även naturlig ventilation eller självdrag som är den äldsta typen av ventilation som används. Kritik som ofta yttras är oförmågan att reglera ventilation för ett önskat inomhusklimat då systemet drivs utav naturliga processer. Systemet har inte heller möjlighet till värmeåtervinning vilket innebär en hög energiförbrukning för att behålla en konstant inomhustemperatur när uteluft inhämtas. S-system började fasas ut under 70-talet när effektivare system introducerades. [39]

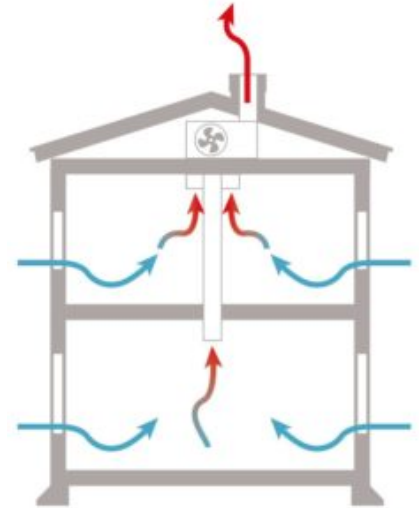


Figur 7. Illustration över hur luft betar sig vid självdragsventilation. De blå pilarna indikerar kall luft & de röda indikerar varm luft. (Energybuilding. senast uppdaterad: ej angivet)

2.8.2 Frånluftsventilation

F-system

F-systemet är snarlik till S-systemet men kan ses som en mer avancerad version. Det som urskiljer dem är att F-systemet använder en styrbar fläkt som gagnar ventilation genom att systemet gått från självverkande till att introducera förmågan att mekaniskt transportera bort luft (se figur 8). Den mest förekommande metoden är en centralplacerad fläkt som vanligtvis placeras på taket som forslar ut luft från hela boendet. En annan metod är att placera mindre fläktar i rum med större behov av ventilation där luft lätt kontamineras som kök, sov-och badrum. Tillförsel av ny luft kan regleras genom att installera spaltventiler som endast öppnas när luft släpps ut. [40]



Figur 8. Hur luften betar sig vid F-system. Blåa pilar indikerar kall luft, röda pilar indikerar varm luft (Energybuilding, senast uppdaterad: ej angivet)

2.8.3 Till- och frånluftsventilation

FT-system

Rummen i huset sammankopplas till ett centralplacerat aggregat som forslar luft från kök och badrum och tillför uteluft till sov- och vardagsrum. Systemet drivs av två mekaniska fläktar varav en transporterar frånluft ur byggnaden samtidigt som den andra för in uteluft. [41]

2.8.4 Frånluftsventilation med värmeåtervinning

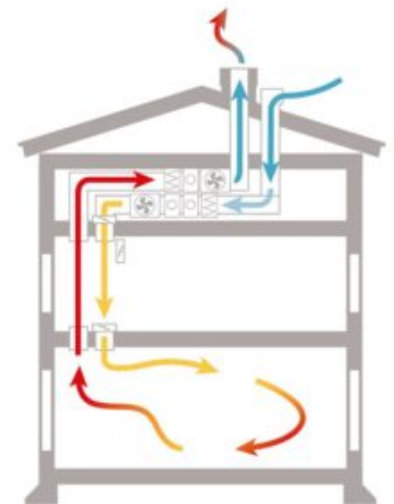
FX-system

Systemet driver ut luft via en mekanisk fläkt. Fläkten orsakar ett undertryck som gör att ny luft färdas in via monterade uteluftsintag som oftast är utrustade med filter. För effektiv tillförsel av uteluft krävs god täthet samt att fönster och dörrar måste hållas stängda för att konstant hålla undertrycket. Frånluften som lämnar boendet har ett gradtal som är ungefärlig till inomhustemperaturen, den värmen ackumuleras av ett aggregat som sedan återanvänder till värme- och/eller varmvattenproduktion i stället för att alstra ny värme. [42]

2.8.5 Till- och frånluftsventilation med värmeåtervinning

FTX-system

En kombination av FT- och FX-system där i stället för att aggregatet använder energin till värme- och/eller varmvattenproduktion, används den till att värma inkommande uteluften (figur 9). FTX återvinner mellan 50–80% av värmen från utgående luft, vilket kan omfatta mellan 3000–6000 kWh/år. [43] Effektivisering av ventilationssystem sker genom ett utbyte från äldre ventilationsaggregat till nya värmeåtervinnande aggregat såsom FTX- och FX-system. Tidigare studier visar på att ett utbytande av äldre ventilationssystem till ett FTX-system ger en energieffektivisering



Figur 9. Illustration över hur luft betar sig vid FTX-system. De blå pilarna indikerar kall luft, röd indikerar var och orangea innebär återvunnen luft. (Energybuilding, senast uppdaterad: ej angivet)

över 20%, vilket sänker energikostnader samt förbättrar inomhusmiljön. [44]

Enligt en studie angående värmeåtervinning i ventilationssystem uppges FX-system minska uppvärmningsbehovet med 12% för äldre bostäder, men med en medförd risk för ökad energiåtgång eftersom ventilationssystemet riskerar att öka elbehovet för byggnaden på grund av ventilationssystemets uppbyggnad. [45] Båda ventilationsinstallationerna är bra alternativ vid en ersättning av äldre ventilationssystem, generellt sätt är FX-system smidigare och billigare vid installation än FTX-system men opererar bäst vid mildare klimat och specifika väderförhållanden. Däremot är FTX-systemen mer lönsamma under längre sikt, med en ökad energieffektivisering och luftkvalité samt en opåverkad drift vid olika väderförhållanden och klimat. [46] Utöver detta är de tidigare ventilationssystemen installerade i Viggen FTX-system, vilket gör det billigare och smidigare att ersätta det äldre ventilationssystemet med nya FTX-aggregat. Därför anses FTX-systemen bäst lämpade till energieffektiviseringen av Viggen för att det är smidigare och mer lönsamt under en längre tidsperiod med en energieffektivisering över 20% samt en ökad inomhusmiljö med en bättre luftkvalitet. Och med hjälp av regeringens införda stödpaket genom den passerade effektiviseringströskeln minskar investeringskostnaderna vid installationen vilket gör FTX-systemen till den naturliga förbättringen av ventilationssystemet. Det som kvarstår är att beräkna ifall det valda FTX-systemet som beställaren valt uppnår den 20 procentiga tröskeln för energieffektivisering.

2.8.6 Centraliserat och Decentraliserat Ventilationssystem

Centraliserad ventilation innebär att alla rum är samkopplade via luftrummor till ett aggregat som förser hela huset med bort- och tillförsel av luft. En nyare teknik som oftast förknippas med hållbart byggande är decentraliserat system, vilket innebär mindre kompletta aggregat som är monterade till varje rum. Att ett aggregat är komplett innebär att det är självgående, systemet tillförser uteluft och transporterar frånluft efter behov utan att behöva vara kopplat till ett större system. Genom att ha många små aggregat i stället för ett samkopplat system behövs inte rörsystem mellan rummen vilket gör att monteringen blir enklare. Hushåll med decentraliserat system nyttjar kring 75% mindre energi jämfört med ett centraliserat system. [47] Ett renoveringsarbete från *Ronneby Hus AB* där ett decentraliserat system bytte ut ett centralplacerat aggregat i ett lägenhetshus med 120 lägenheter, visade projektanalysen att kostnaden halverades. Installationen medförde att lägenhetshusets värmekostnader minskade med 15% vilket omfattade en besparing på 125 000 SEK per år. Även om det är dyrare uppehåll för decentraliserad ventilation som kräver filterbyte två gånger per år samt som omkostnader totalt utmynnar i 80 000 SEK/år, sparar lägenhetshusen drygt 45 000 SEK/år utan att påverka levnadskomfort genom att installera ett decentraliserat system. [48]

2.8.7 Demand controlled ventilation

Nyare system bygger på *Demand controlled ventilation* (DCV) vilket innebär att systemet fluktuerar sin effekt för att hålla satta standarder. De vanligaste värdena att mäta är fukthalt och koldioxidkoncentration. Fukthaltstyrningen innebär att hålla fukten i hemmet under en kontrollerad nivå. [49] Andra sättet är att mäta koldioxidkoncentrationen i luften, denna mätning anser mer att ventilera när människor vistas i boytan. Att just mäta CO₂ gör att inte husdjur far illa från dålig ventilation då ventilation anpassar sig efter djurens CO₂-utsläpp. Båda systemen är självreglerande och ger möjlighet till att minska energiförbrukning då luftutbytet som krävs varierar beroende på mänsklig aktivitet och abiotiska faktorer i.e. temperatur, nederbörd, vind. Dessa mätningar motverkar varandra för så effektiv ventilation som möjligt, ifall bara CO₂-mätning används riskerar fukthalten att stiga allt för högt. Om inte aggregatet har självreglerad kontroll så använder sig systemet av ett konstant utbyte av luft.

Att göra så aggregaten kan gå upp och ner i varv efter behov uppmanar till energibesparing. Hur mycket energi som sparas är direkt korrelerat till hur länge aggregatet går ner i viloläge. En studie från 2013 påvisade att ifall ett aggregat gick ned i viloläge under 4, 6, 8 eller 10 timmar förbrukade hushållet respektive 8,4; 11,8; 15,7; 18% mindre energi vid värmeproduktion och ventilation. [50]

2.9 Resultat från tidigare studier

Utöver ovan nämnda studier utfördes ytterligare en studie vid Jönköpings universitet. Där inriktades det på att jämföra centralt- och lägenhetsplacerat ventilationssystem, både energi- och kostnadsmissigt. Resultatet talade för att det lägenhetsplacerade systemet var mer effektivt sett både ur ett energi- och kostnadsperspektiv. Detta beror delvis på den boyta som kan säljas när det centrala systemet byts ut mot det lägenhetsplacerade och vertikala schakt därmed kan elimineras. Dock var kostanden lägre för luftbehandlingssystemet för det centrala ventilationssystemet samtidigt som material- och installationskostnader var lägre för det lägenhetsplacerade. [51]

I en annan studie som utfördes i Luxemburg jämfördes central- och lägenhetsplacerade ventilationssystem med inriktning på värmeåtervinning, luftflöde och specific fan power (SFP) bland annat. Studien som syftade till att bedöma systemens faktiska energieffektivitet visade sig i många fall vara lägre än förväntat för både det centraliserade och decentraliserade systemet. Avvikelser för systemens luftflöde kunde vara upp till 60% och det framgick att det framför allt var det decentraliserade systemet som var känsligt för tryckskillnader. Det ledde i sin tur även till minskad värmeåtervinningseffektivitet. Studien visar vikten av att hänsyn tas till alla parametrar för att ett teoretiskt resultat så nära verkligheten som möjligt kan uppnås. [52]

2.10 Livscykelanalys

Beroende på vilken produkt eller tjänst som ska analyseras samt vilken typ av undersökning som ska utföras finns det olika analysverktyg att använda sig av. Exempelvis kan LCA, Life Cycle Assessment, användas vid analys av produktens eller tjänstens miljöpåverkan. Användningsområden för verktyget kan vara värdering av olika systems koldioxidutsläpp eller resurseffektivitet [53]. Ett annat exempel på livscykelanalys är metoden LCC, Life Cycle Cost, vilken lämpar sig vid ekonomisk analys. För en energimässig analys av en produkt är i stället en LCEA-analys, Life Cycle Energy assessment, mer lämplig då den undersöker produktens energiåtgång.

2.10.1 Livscykelkostnadsanalys

Life Cycle Cost Analysis (LCCA) är ett verktyg som används i samband med upphandling av ny teknik. LCCA innefattar produktens total kostnad under hela dess brukstid där investeringskostnader samt drift- och underhållskostnader inkluderas så som exempelvis energikostnader och stilleståndskostnader [54]. Vid användning av LCCA krävs ofta att ett flertal antagande görs för produkten. Exempelvis är energi- och driftkostnader svåra att estimera och antas därför vanligtvis vara lika stora varje år.

2.10.2 Nyttjandetid, kalkylränta och elpris

En produkts nyttjandetid innebär den tid som produkten väntas kunna nyttjas. Det är nödvändig information för vetenskap om vilken typ av kostnad som väntas ha störst påverkan, investeringskostnad eller löpande kostnad. [55]

Kalkylräntan är en viktig parameter vid livskostnadsanalys och är den räntesats som tillämpas vid uträkning av nuvärdet för en framtida kostnad som väntas uppstå vid en specifik tidpunkt. Kalkylräntan ger desto större effekt ju längre tidshorizonten sträcker sig för investeringen. Aktuell organisation bestämmer själv vilken räntesats som sätts och begrundas ofta av organisationens kapitalkostnad. Det är enbart löpande kostnader som påverkas av kalkylräntan, inte investeringskostnader. [55]

Framtidsutsikt för energiprisets utveckling förändras ständigt. Priset kan fluktuera beroende på faktorer så som politisk situation, väder och ekonomisk tillväxt bland annat. Till följd av det idag pågående kriget i Ukraina har elpriserna gått upp väsentligt och baserat på dagens elmarknad samt elområde har elpriset satts till 1,14 kr/kWh [56].

2.10.3 Underhåll

För att ett ventilationssystem ska bibehålla sin prestanda krävs att byte av filter görs en till två gånger per år [57]. Skillnad i underhållskostnad kan ske beroende på hur ofta filterbyte behövs utföras för ett system. I denna undersökning sker byte av filter en gång per år vid båda systemen och utförs av hyresgästen. Underhållskostnaden vid filterbyte blir således inköpspris för produkten men man bör ha i åtanke att ytterligare underhållskostnader kan förekomma så som reparation exempelvis.

2.10.4 Livscykelenergianalys

Life Cycle Energy Analysis förkortat LCEA är en analysmetod som tillgodoräknar en produkts energikonsumtion genom produktion, drift och rivning. För en byggnad innefattar produktions-fasen, produktion och transport av byggnadsmaterial samt montering och tekniskinstallation av byggnaden. Drift-fasen innefattar all utförd aktivitet under byggnadens användning, därigenom inkluderas bibehållen komfort, vatten och apparatanvändning. Rivnings-fasen innefattar rivandet av byggnaden samt transporten av byggnadsmaterial till sorter gårdar. [58] En LCEA-analys används för att fastställa byggnadens energibalans i drift.

3. Metod

Projektet FTX-Viggen där Viggen 1 (Växjö, Toragårdsvägen 14) byter ut gamla FTX-aggregatet Bahco Minimaster mot 17 nya FTX-aggregat CASA R2 SMART och på så sätt genomgår en energieffektivisering kommer att genomföras genom en fallstudie och en teoretisk undersökning. Genom fallstudien kommer energiberäkningar utföras, med syftet att få fram ett energiprimärtal som är 20% mindre än det gamla talet. Fallstudien syftar också till en livscykelkostnadsberäkning, där det statliga stödet vid energieffektivisering på 20% också spelar in.

Projektet kommer utföras genom en teoretisk undersökning där informationssökning och datainsamling görs. Information om tidigare genomförda studier som gjorts har gett inspiration och litteratur, granskade artiklar och föreläsningmaterial kommer att användas. Datainsamling av mätdata för att kunna beräkna energieffektiviseringen av aggregatbytet och beräkning av primärenergital kommer genomföras. Tidigare gjord energideklaration kommer att tas fram. Beräkningar kommer att utföras i programmet TMF Energi med hjälp av projektledare. Program för beräkning av LCC-analys kommer också användas, Excel-dokument gjord av Upphandlingsmyndigheten.

En fältundersökning kommer också att utföras där studiebesök av Viggen 1 inkluderas. Med hjälp av handledarmöten och möten med projektledare fås information, klarläggning och vidare hjälp i projektet.

4. Genomförande

I avsnittet beskrivs utförandet av alla delmoment under projektets gång.

4.1 Informationssökningar

Informationssökningar utfördes genom teoretiska undersökningar och fältundersökningar. De teoretiska undersökningarna gjordes främst via webbaserade artiklar från *Google* och även främst via databasen *ScienceDirect* för vetenskapliga artiklar. Energideklarationer och manualer för olika aggregat användes. Ett examensarbete från *GodaHus* har gett projektet inspiration. Fältundersökningarna bestod av ett studiebesök i Öjaby för att få en bild av hur aggregatet som skall bytas ut ser ut, samt området med både radhus och lägenheter. Även möten med beställare och handledare har ägt rum regelbundet under projektets gång.

4.2 Insamlad data

Mätdata som samlades in av projektledare till arbetet är bland annat energiförbrukning till uppvärmning, fastighetsel och pris, installationskostnader, byggnadens tempererade area och information och bruksanvisning om de olika ventilationsaggregaten från manualer av tillverkare. Information gällande byggnaderna framtogs via dokument av ansökan, energideklarationer och fakturor.

4.3 Energiberäkningar i TMF

Energiberäkningarna utfördes i programmet TMF av en certifierad energiexpert genom att föra in insamlade mätdata om byggnadens energisystem. Först gjordes en omräkning av gamla energideklarationen för det gamla aggregatet för att få fram en ny energiprestanda. En beräkning för energiprestandan med avseende på det nya aggregatet utfördes sedan. Det som togs hänsyn till vid beräkningarna var endast parametrarna relaterat till ventilationssystemen.

4.4 LCC-analys

En LCC-analys gjordes utifrån Upphandlingsmyndighetens mall i Excel. Indata som behövdes var kalkylränta, elpris, nyttjandetid, installationskostnader och årlig energiförbrukning. Installationskostnader avser installationen och summan av aggregaten, 17 st. Nyttjandetid och kalkylränta vilka användes var 20 år och 6%. Inköpspris för filter var 674 kr. Programmet utförde beräkningarna efter alla inputs införts. Resultaten visade den ekonomiska aspekten av bytet med ventilationssystemen.

5. Resultat och analys

I avsnittet presenteras resultat för TMF-beräkningar och LCC-analys samt jämförelser mellan aggregaten i projektet.

5.1 Energiprestanda och primärenergital

TMF-beräkningarna för de befintliga och nya aggregaten gav olika värden. Detta på grund av att ventilationsdata som använts vid beräkningarna varierar mellan de nya och äldre aggregaten. De varierande variablerna före och efter renoveringen för ventilationen var primärenergitalet, effektmedelvärdet och luftmedelflödet. Vid normaldrift varierade fläkt-effekten och SFP-kvoten. Vid reducerat flöde varierade frånvarotiden och vid värmeåtervinning varierade tempererad verkningsgrad vid 7 C° och vid DVUT samt eftervärmningen av tilluften. Dessa varierande ventilationsdata före och efter renoveringen dokumenteras nedan i tabell 3. För hela TMF beräkningarna, se bilaga 3 & 4.

Tabell 3. Resultat av Bahco minimasters & CASA R2 SMART energiprestanda

Prestanda	BAHCO MINIMASTER	CASA R2 SMART
Primärenergital [kWh/m ² * år]	119,1	92,7
Effekt Normaldrift [W]	1100	588
Effekt _{medel} [W]	1100	452
Luftflöde medel [l/s]	510	388,5
SFP	2,2	1,2
Antal timmar reducerat flöde [h]	0	10
Effekt under reducerat flöde [W]	0	262
Verkningsgrad + 7C° [%]	60	80
Verkningsgrad DVUT [%]	56,1	78,8
Eftervärme av tilluft [C°]	17	0

5.1.1 Före renovering

Primärenergitalet innan renoveringen var 119,1 kWh/(m²*år) och effektmedelvärdet fläkten uträttat var 1100W. Vid normaldrift uträttat fläkten en effekt på 1100 W med ett luftflöde på 510 l/s och en SFP kvot på 2,2 W/(l*s). Inget reducerat flöde finns, frånvarotiden var 0 h/dygn och vid värmeåtervinning var den tempererade verkningsgraden vid 7 C° 60% och vid DVUT var den 56,1%. Eftervärmning med EL för tilluften krävdes vid 17 C° vilket medför att ett elbatteri krävs närvarande för eftervärmningen. Byggnadens energiklass (BFS 2018:11) var E innan renoveringen.

5.1.2 Efter renovering

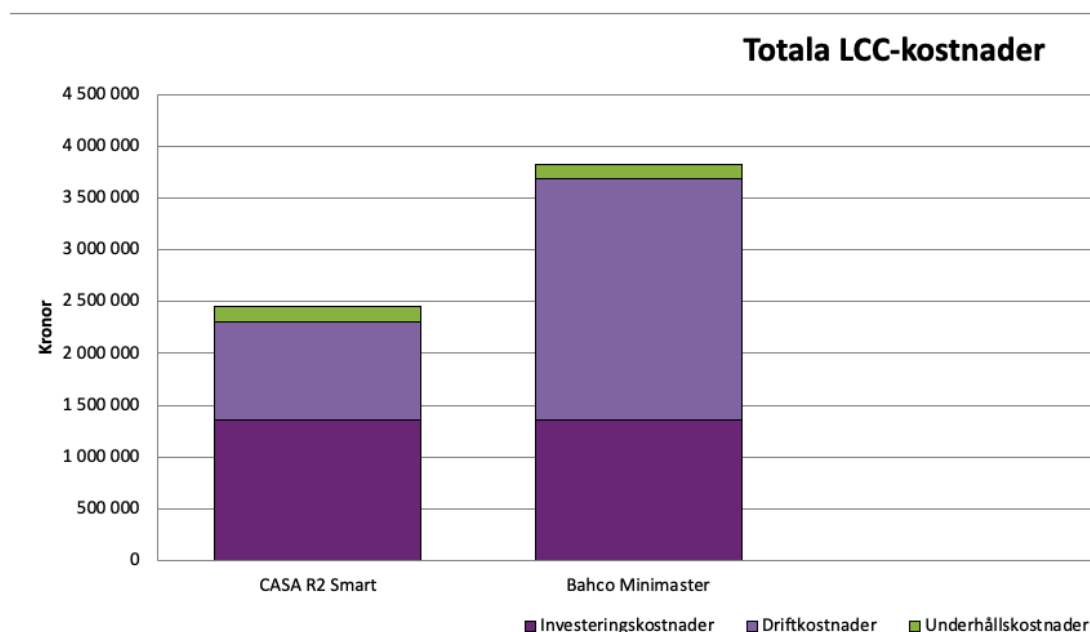
Primärenergitalet efter renoveringen var 92,7 kWh/(m²*år) och effektmedelvärdet fläkten uträttat var 452 W. Vid normaldrift uträttat fläkten en effekt på 588 W med ett luftflöde på 510 l/s och en SFP kvot på 1,2 W/(l*s). Ett reducerat flöde finns tillgängligt, frånvarotiden var 10 h/dygn och vid värmeåtervinning var den tempererade verkningsgraden vid 7 C° 80% och vid DVUT var den 78,8%. Ingen eftervärmning av tilluften krävs och därmed krävs inget närvarande el batteri för eftervärmningen. Byggnadens energiklass var D efter renoveringen.

5.1.3 jämförelse av Bahco Minimaster & CASA R2 SMART

TMF-beräkningarna påvisade att primärenergitalet minskade med 119,1 till 92,7 kWh/(m² *år) vilket innebär en energieffektivisering med 22% i hemmet när CASA R2 installerades. Vid normaldrift minskades effekten från 1100 till 558 W samtidigt som samma luftflöde bibehålls, 510 l/s. Det nya aggregatet har även möjlighet till ett reducerat flöde där dess effekt sänks till 262 W genom att luftflödet sänks till 219 l/s. Att det nya aggregatet i snitt minskar sitt luftflöde under 10 timmar per dygn innebär dess genomsnittliga flödet i hemmet tryter till 389 l/s. Det minskade luftflödet i hemmet samt effektivare maskineri är bidragande till att den genomsnittliga effekten efter renoveringen sänks till 452 W, detta är en snittlig minskning på 59%. CASA R2 egenskaper skiljer sig även från Bahco Minimaster; verkningsgraden för den främre uppskattas till 80% samtidigt som den äldres uppskattas till 60% för inomhusklimat; CASA R2 är så pass effektiv att ingen eftervärmning är längre nödvändig gentemot de 17 C° som tidigare fordrades. Eftervärmningen som tidigare hade en årlig elkonsumtion på 13 593 kWh har blivit reducerat till 0 med CASA R2 SMART. Huset innan renoveringen hade energiklassningen E som höjdes till D efter renoveringen enligt BFS 2018:11. Värt att nämna är att beräknade primärenergitalet tar hela husets förbrukning i åtanke, därav motsvarar inte samma procentuella minskning.

5.2 LCC-analys

Det mest lönsamma ventilationssystemet visade sig vara det nya av modellen CASA R2 Smart, (se figur 10). Dess totala livscykelkostnad blev 2 346 749 kr varav drift- och underhållskostnaden resulterade i 1 004 749 kr. För det befintliga systemet, Bahco minmaster, blev den totala livscykelkostnad 3 626 122 kr varav 2 266 122 kr innefattar drift- och underhållskostnad. Det nya systemet är därmed 64% mer kostnadseffektivt totalt sett. Sett till drift- och underhållskostnad är det nya 44% mer kostnadseffektivt jämfört med det befintliga.



Figur 10. Resultat av LCC-analys vid användning av Upphandlingsmyndighetens verktyg vilken visar investerings, drift- och underhållskostnader.

Tabell 4 visar resultatet för de båda ventilationssystemens LCC-analys. Det visar även väsentliga indata så som elkostnad, total elförbrukning för 17 aggregat samt även systemets totala investeringskostnad. Systemens totala livscykelkostnad samt drift- och underhållskostnad är nuvärdesberäknat.

Tabell 4. Resultat och väsentliga indata för livscykelkostnadsanalys.

LCC-analys	CASA R2 Smart	Bahco minimaster	Enhet
Indata			
Elkostnad	1,14	1,14	kr/kWh
Total elförbrukning (17 st)	66 878	163 472	kWh/år
Total investeringskostnad	1 360 000	1 360 000	kr
Resultat			
Livscykelkostnad	2 346 749	3 626 122	kr
Drift- och underhållskostnad	1 004 749	2 266 122	kr

6. Diskussion och slutsatser

Enligt tidigare studier syftades det på att en energieffektivisering av äldre ventilationssystem till nya värmeåtervinnande ventilationssystem som FVP och FTX kan uppdaga en energimässig effektivisering på 12% respektive 20%. Beräkningar på de undersökta flerbostadshusen som visade att ett utbyte av äldre värmeåtervinnande FTX-aggregat till nya utger en energieffektivisering på 22% genom en minskning av primärenergitalet. Denna minskning gavs primärt av en minskad effektförbrukning vid normaldrift samt tillgång till reducerat flöde som i sin helhet med andra tekniska förbättringar minskade medeleffektförbrukningen av el för aggregaten med 59%. Effektiviseringen av hemmets energiförbrukning var möjlig utan att försaka levnadskomfort. Genom att system har närvaro- och fuktstyrning dalar luftflödet när det inte är essentiellt, vilket medför att effekten minskar utan att riskera fuktskador genom systems kontinuerliga fuktmätning som kan öka effekten för att hålla fukthalten under en kontrollerad nivå. Detta visar på att en betydlig energieffektivisering av ventilationsaggregat kan frambringas trots att de tidigare aggregaten varit värmeåtervinnande vilket visar på hur effektivt och långt utvecklingen av teknik som bevarar energin i byggnader kommit. Därför bör fler byggnader som har äldre ventilationssystem trots ventilationstyp analyseras för att se ifall en energieffektivisering bör vidtas för gynnsamma effekter. Därutöver bör även övrig hushållsutrustning och tekniska installationer analyseras i byggnaden då en studie visade på att energiförbrukningen för flerbostadshus kan minskas med upp till 43%.

Det nya närvarostyrda ventilationssystemet var 64% mer kostnadseffektiv än det befintliga vilket till störst del beror på den minskade energiförbrukningen som i sin tur driver ned systemets driftkostnad. Detta eftersom aggregatens fläktar inte är i gång mer än nödvändigt ihop med avsaknaden av elbatteriet. Vid utbyte av aggregaten finns därmed stora besparingsmöjligheter både ur ett energi- och kostnadsmässigt perspektiv. En viktig aspekt att ta hänsyn till är att det inte går att förutse hur framtidens elpris kommer att uppenbara sig. Med senaste tidens skenande energipriser får dessa typer av faktorer allt större betydelse för såväl fastighetsägare som hyresgäst. Underhållskostnader hålls på ungefär samma nivå för det nya systemet som för det befintliga eftersom det fortfarande krävs byte av filter en gång per år. Detta är dock en kostnad som kan komma att ändras beroende på vilket serviceavtal som har upprättas. Exempelvis kan avtalet förbättras eller byte av leverantör genomföras.

I detta fall är det lätt att se vilket ventilationssystem som är mest lönsamt då det är två decentraliserade system som jämförs. I de fall (som många gånger sker) där i stället centraliserade aggregat ska bytas till decentraliserade blir en LCC-analys genast mer komplex. Detta eftersom det centralplacerade systemet medför ett mer komplicerat installationsarbete då vertikala schakt krävs och genererar en betydligt högre installationskostnad. Å andra sidan reduceras kostnaden då endast ett aggregat ska installeras. Ytterligare parameter är att för ett lägenhetsplacerat system kan den totala kostnaden minskas genom att sälja eventuell extra boarea vid byte av ett centraliserat. Dock är underhållskostnaderna sannolikt högre för det lägenhetsplacerade då fler byten av filter ska göras. För att säkerställa att långsiktigt hållbara inköp görs är alltså en LCC-analys nödvändig där alla parametrar inkluderas.

Eftersom tidigare studier har visat skillnad i teoretisk och verklig energieffektivisering för ett decentraliserat system i form av känslighet för tryckskillnader och avvikelser för luftflöde, kan det verkliga resultatet uppvisa en lägre energieffektivisering än det teoretiska. Det är dock

med största sannolikhet inget som skulle komma att förändra slutsatsen om att det nya systemet är mer effektivt än det befintliga.

Enligt resultatet från beräkningarna med reducerat primärenergital med 22%, uppfyller projektet kraven för statligt stöd. Resultatet anses vara rimligt med avseende på resultatet från ansökan till renoveringen, där förbättringen av primärenergitalet uppgick till 29,15% med alla parametrar inräknade. Mellanskillnaden beror på avgränsningarna då denna rapport endast avser energieffektiviseringen från ventilationssystemen.

Den utförda energideklarationen på byggnaden med gamla aggregatet hade en högre energiprestanda utifrån beräkningar enligt BBR26, än omräkningen i TMF med samma aggregat, men enligt de aktuella energireglerna, BBR29. Från energideklarationen var primärenergitalet 148 kWh/m² och år, medan omräkningen blev 119.1 kWh/m² och år. Det som gör att primärenergitalet från utförd energideklaration blev avsevärt högre är primärt för att fler parametrar låg inom vald systemgräns för gamla beräkningen, men även för att nya energiregler beaktades till omräkningen. Resultaten från beräkningarna kommer kunna ligga till grund för ny energideklaration som behöver uträttas till byggnaderna, med ny energiklassning D. Den nya energiklassningen hade dock varit undermålig vid nybyggnation, där byggnader måste vara av klass C eller högre. Det innebär att den fortfarande klassas som en byggnad av högre energianvändning, men att den förbättrats från utgångspunkten och nu bara är en energiklass ifrån standard på nybyggnationer.

För att uppnå klimatmålen kommer energieffektivisering inom byggsektorn vara ytterst aktuellt. Som tidigare nämnt, är det enligt föregående studier en utmaning från ett världsperspektiv att kunna jämföra energiprestanda med olika länder, då definitionen inte är helt enhetlig. I projektet går det att koppla till problemet angående omräkning av energideklarationer då det var aktuellt i fråga om jämförbarhet mellan energiprestanda vilket utfördes för gamla aggregatet. I projektet går det att se effektivisering av energiprestandan vid renovering av byggnader, specifikt vid byte av gamla FTX-ventilationsaggregat till nya. Dokumentation av sådan energieffektivisering i energideklarationer kan vara en bra grund även för klimatarbetet på större och global nivå.

Att nå ett resultat på 20% har för bostadsägaren för Viggen 1, Växjö Toragårdsvägen 14, varit viktigt, då statlig finansiering kunde fås. Att kunna få bidrag för energieffektivisering inom bostadssektorn har inte alltid varit möjligt och är det under denna period bara för flerbostadshus med en area större än 250 m². Bidrag för mindre hus är alltså inte tillgängliga, vilket gör att effektiviseringen här för gamla byggnader hänger på ägaren själv och dess ekonomi. Med hjälp av ett bidrag skapas en större nyfikenhet och intresse för effektivisering, vilket är ett måste för att kunna nå klimatmålen. Att hjälpa bostadsägare och indirekt boende på detta sätt skapar välvilja och bättre levnadsklimat, vilket kan leda till ännu mer effektivisering. I detta projekt klarade enkom utbytet av FTX-aggregat att minska energikonsumtionen tillräckligt för stöd, men 22 % minskning är fortfarande inte i klass med hur effektiva nybyggnationer måste vara. Frågan är om det är möjligt för alla gamla hus att bli så effektiva som krävs.

Att samarbeta över sektorer, globalt och nationellt behövs och är det som kan göra att klimatmålen nås. Utan hjälp från varandra, med till exempel bidrag, är det mycket som står i vägen för energieffektivisering, främst av allt ekonomi.

7. Referenser

- [1] G. I. Iacobuță, C. Brandi, A. Dzebo, S. Donaji och E. Duron, "Aligning climate and sustainable development finance through an SDG lens. The role of development assistance in implementing the Paris Agreement," *Global Environmental Change*, Volume 74, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102509>, 2022, 102509, ISSN 0959-3780.
- [2] Nasa, "Global Climate Change Vital Signs of the Planet," 5 Maj 2022. [Online]. Available: <https://climate.nasa.gov/scientific-consensus/>. [Använd 11 Maj 2022].
- [3] United Nations och Framework Convention on Climate Change, "Adoption of the Paris Agreement, 21st Conference of the Parties," UNFCCC, Paris: United Nations, 2015.
- [4] E. Kommissionen, "En ren jord åt alla. En europeisk strategisk långsiktig vision för en stark, modern, konkurrenskraftig och klimatneutral ekonomi," Europeiska Kommissionen, Bryssel, 2018.
- [5] United Nations, "United Nations," 11 Maj 2022. [Online]. Available: <https://www.un.org/en/climatechange/climate-solutions/cities-pollution>. [Använd 11 Maj 2022].
- [6] M. Tutak och J. Brodny, "Renewable energy consumption in economic sectors in the EU-27. The impact on economics, environment and conventional energy sources. A 20-year perspective," *Journal of Cleaner Production*, Volume 345, <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131076> 2022, 131076, ISSN 0959-6526.
- [7] C. Diakaki, E. Grigoroudis och D. Kolokotsa, "Towards a multi-objective optimization approach for improving energy efficiency in buildings," *Energy and Buildings*, vol. 40, nr 9, pp. 1747-1754, 2008 doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2008.03.002>.
- [8] Boverket, "Stöd till energieffektivisering i flerbostadshus," 14 Juni 2022. [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/bidrag--garantier/stod-till-energieffektivisering-i-flerbostadshus/>. [Använd 17 April 2022].
- [9] U. Y. Tettey, A. Doodoo och L. Gustavsson, "Impacts of parameter values interactions on simulated energy balance of residential buildings," *Energy Procedia*, vol. 132, pp. 57-62, 2017 doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.631>.
- [10] Energimyndigheten, "Energiläget 2021 - En översikt," Energimyndigheten, Eskilstuna, 2021.

- [11] I. Allard, ”Nära-nollenergibyggnader - en studie av några av de effekter det nya EU-direktivet, EPBD2, kan få i Sverige,” Tekniska högskolan Umeå universitet, Umeå, 2011.
- [12] Baldini, M., Brøgger, M., Jacobsen, H.K. *et al.* Cost-effectiveness of energy efficiency improvements for a residential building stock in a Danish district heating area. *Energy Efficiency* 13, 1737–1761 (2020). <https://doi.org/10.1007/s12053-020-09889-x>
- [13] Europesiska kommissionen, ”EU:s gröna giv,” U.Å. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_sv. [Använd 26 April 2022].
- [14] ”Swegon,” Ej angivet . [Online]. Available: https://www.swegon.com/siteassets/_product-documents/home-ventilation/general/_sv/utbytesguide-casa-r-serien_p.pdf . [Använd April 2022].
- [15] Energilyftet, ”Planering av lågenergibyggnader,” Energimyndigheten, [Online]. Available: <http://energilyftet.learnways.com/Resources/Courses/266/block-5/index.html?v=1489881600036#:~:text=Foto%3A%20%3%85sa%20Wahlstr%C3%B6m,Planering%20av%20%3%A5genergibyggnader,energi%20och%20en%20god%20inomhusmilj%C3%B6..> [Använd 11 Maj 2022].
- [16] D. Hekmat, H. E. Feustel och M. P. Modera, ” Impacts of ventilation strategies on energy consumption and indoor air quality in single-family residences,” *Energy and Buildings*, vol. 9, nr 3, pp. 239-251, 1986 doi: [https://doi.org/10.1016/0378-7788\(86\)90024-1](https://doi.org/10.1016/0378-7788(86)90024-1).
- [17] Boverket, ”EU-direktivet om byggnaders energiprestanda – konsekvenser och,” 2010. [Online]. Available: <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2010/eu-direktiv-om-byggnadernas-energi-prestanda.pdf>. [Använd 20 April 2022].
- [18] Boverket, ”Energihushållningskrav,” 29 Oktober 2020. [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/byggande/bygg-och-renovera-energieffektivt/energi-hushallningskrav/>. [Använd 19 April 2022].
- [19] Boverket, ”Energihushållning,” 30 September 2020. [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/energi-hushallning/>. [Använd 20 April 2022].
- [20] Boverket, ”Primärenergital och byggnadens energiprestanda,” 1 Juni 2021. [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/byggande/bygg-och-renovera-energieffektivt/energi-hushallningskrav/primarenergital-och-byggnadens-energi-prestanda/>. [Använd 18 April 2022].

- [21] Y. Svensson, "Boverkets författningssamling", 2020 [Online]. Available: <https://rinfo.boverket.se/BFS2011-6/pdf/BFS2020-4.pdf>. [Använd 16 April 2022].
- [22] I. Allard, T. Olofsson, O.A.B. Hassan, "Methods for energy analysis of residential buildings in Nordic countries", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 22, 2013, Pages 306-318, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.02.007> [Använd 16 April 2022]
- [23] Boverket, "Energideklarationens innehåll," 28 April 2021. [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/energideklaration/energideklaration/energideklarationen-s-innehall/>. [Använd 20 April 2022].
- [24] Sveriges rikstag, "Lag (2006:985) om energideklaration för byggnader," 2006. [Online]. Available: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2006985-om-energideklaration-for_sfs-2006-985. [Använd 25 April 2022].
- [25] J. von Platten, C. Holmberg, M. Mangold, T. Johansson, K. Mjörnell, "The renewing of Energy Performance Certificates—Reaching comparability between decade-apart energy records," Vol. 255, 1 December 2019. 113902, ISSN 0306-2619, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113902>. [Använd 5 Maj 2022].
- [26] Boverket, "Klimatdeklaration av byggnader," 1 Oktober 2021. [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/klimatdeklaration/>. [Använd 20 April 2022].
- [27] S. ruud, "Besmå," 2017. [Online]. Available: <https://energieffektivasmahus.se/projects/vidareutveckling-av-berakningsverktyget-tmf-energi/#:~:text=TMF%20energi%20%C3%A4r%20ett%20energiber%C3%A4kning%20program,av%20Boverkets%20byggregler%20och%20solel.> . [Använd April 2022].
- [28] Byggnads boverket, "Boverket.se," 24 april 2017. [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/ventilation/#:~:text=Ventilationssystem%20ska%20utformas%20f%C3%B6r%20ett,n%C3%A4rvaro%2D%20och%20behovsstyrning%20av%20ventilationen.> . [Använd april 2022].
- [29] Naturskyddsföreningen, "naturskyddsforeningen.se," 22 april 2022. [Online]. Available: <https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/for-skolor-energianvandning/> . [Använd 2 maj 2022].
- [30] Byggnadsboverket, "OVK," 10 mars 2021. [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/ovk/> . [Använd april 2022].

- [31] teknikhandboken, ”Diffusion,” ej anivget . [Online]. Available: <https://www.teknikhandboken.se/handboken/paverkan-pa-tak-och-fasader/inre-paverkan/diffusion/> . [Använd mars 2022].
- [32] byggnadsBoverket, ”ventilation,” 24 april 2017. [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/ventilation/#:~:text=Ventilationssystem%20ska%20utformas%20f%C3%B6r%20ett,n%C3%A4rvar%20och%20behovsstyrning%20av%20ventilationen.> . [Använd mars 2022].
- [33] J. Brisman, ”Fukt-och mögelrelaterade hälsobesvär,” 21 Februari 2021. [Online]. Available: <https://www.internetmedicin.se/behandlingsoversikter/arbets-och-miljomedicin/fukt-och-mogelrelaterade-halsobesvar/#:~:text=m%C3%A4nskors%20upplevda%20h%C3%A4lsa-,SYMtom,uppkomst%20eller%20f%C3%B6rs%C3%A4mring%20av%20astma> . [Använd april 2022].
- [34] Arbetsmiljöverket, ”Risker med dålig ventilation,” 17 Februari 2021. [Online]. Available: <https://www.av.se/inomhusmiljo/luft-och-ventilation/risker-med-dalig-ventilation/#:~:text=H%C3%B6g%20luftfuktighet%20inomhus%20ger%20risk,kan%20vara%20skadlig%20f%C3%B6r%20h%C3%A4lsan.> [Använd april 2022].
- [35] S. Hyvönen, J. Lohi och T. Tuuminen, ”Moist and Mold Exposure is Associated With High Prevalence of Neurological Symptoms and MCS in a Finnish Hospital Workers Cohort,” *Safety and health at work*, vol 11, p. 173-177, 2020 doi: <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.01.003>. [Använd 28 April 2022]
- [36] FSIS, ”Carbon dioxide,” Augusti 2020. [Online]. Available: https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media_file/2020-08/Carbon-Dioxide.pdf . [Använd April 2022].
- [37] Å. Bort, ”Fråga experterna: Hur ska jag tänka kring CO2-nivåerna inomhus?,” 15 December 2021. [Online]. Available: <https://blogg.intab.se/2021/12/hur-ska-jag-tanka-kring-co2-nivaerna-inomhus.html> . [Använd April 2022].
- [38] S. Taheri och A. Razban, ”Learning-based CO2 concentration prediction: Application to indoor air quality control using demand-controlled ventilation,” *Building and environment*, vol 205, p. 108164, 2021/11/01 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108164>.. [Använd 28 april 2022].
- [39] Energybuilding, ”Självdragsventilation - så fungerar det! Och så här förbättras det enkelt,” Ej angivet. [Online]. Available: <https://www.energybuilding.se/sjalvdragsventilation/> . [Använd April 2022].
- [40] Energybuilding, ”Frånluftsventilation – funktion och förbättring,” Ej angivet. [Online]. Available: <https://www.energybuilding.se/franluftsventilation/>. [Använd April 2022].

- [41] OVK-besiktning, "FT-ventilation," Ej angivet. [Online]. Available: <https://ovk-besiktning.se/ft-ventilation/> . [Använd April 2022] .
- [42] B. Bergqvist, "Jämförelse av FX- och FTX-system för ventilation av flerbostadshus," Svensk ventilation, Bostad , 2018.
- [43] Svensk ventilation, "FTX – Ventilation med värmeåtervinning," Ej angivet. [Online]. Available: <http://www.svenskventilation.se/ventilation/olika-satt-att-ventilera/ftx-varmeatervinning/>. [Använd April 2022].
- [44] J. Kristoffersson, H. Bagge, A. A. Hamid, D. Johansson, M. Almgren och M.-L. Persson, "Användning av värmeåtervinning," Energimyndigheten, 2017.
- [45] A. Dodoo, L. Gustavsson och R. Sathre," Primary energy implications of ventilation heat recovery in residential buildings," *Energy and Buildings*, vol. 43, nr 7, pp. 1566-1572, 2011 doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.02.019>.
- [46] L. Bårtås, "Jämförelse FX- och FTX-ventilation," Byggahus.se, 26 Augusti 2015. [Online]. Available: <https://www.byggahus.se/varme/jamforelse-fx-ftx-ventilation>. [Använd 11 Maj 2022].
- [47] energybuilding, "Hållbar ventilation," Ej angivet. [Online]. Available: <https://www.energybuilding.se/hallbar-ventilation/>. [Använd April 2022].
- [48] Ronnebyhus AB, "Ronnebyhus Ab renoverde år 2009 Madelungsvägen 3," Ronnebyhus AB, Ronneby, 2009.
- [49] Aereco Ventilation AB, "Fuktstyrd ventilation," Aereco Aereco Ventilation AB, Ej angivet. [Online]. Available: <https://www.aereco.se/ventilation/fuktstyrd-ventilation/>. [Använd April 2022].
- [50] A. Hesaraki och S. Holmberg, "Demand-controlled ventilation in new residential buildings: Consequences on indoor air quality and energy savings," *Indoor and built environment*, p. 162-173, 2015 doi: <https://doi.org/10.1177/1420326X13508565>
- [51] M. L. Johansson, "LCC jämförelse mellan centralt- och lägenhetsplacerat FTX-system," Jönköping university The School of Engineering, Jönköping, 2018.
- [52] A. M. S. S. F. o. W. D. Merzkirch, "Field tests of centralized and decentralized ventilation units in residential buildings - Specific fan power, heat recovery efficiency, shortcuts and volume flow unbalances," i *Energy and buildings*, vol. 116, Luxembourg, Elsevier B.V., 2015, pp. 376-383, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.12.008>.
- [53] B. k. M. R. B. S.-V. A. W. S. L. A. G. G. H. A. Hollberg, "Review of visualising LCA results in the design process of buildings," i *Building and environment*, Elsevier, 2021, pp. Vol 190, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107530>.

- [54] V. M. I. V. Muralikrishna, "Life Cycle Assessment," i *Environmental Managment - Science and Engineering for Industry*, Elsevier, 2017, pp. 57-75, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811989-1.00005-1>.
- [55] Upphandlingsmyndigheten, "Olika typer av investeringskalkyler," [Online]. Available: <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/om-hallbar-upphandling/ekonomiskt-hallbar-upphandling/lcc-for-langsiktigt-hallbara-inkop/olika-typer-av-investeringskalkyler/>. [Använd 24 04 2022].
- [56] Vattenfall, "Elmarknaden just nu - elavtal vi rekommenderar," [Online]. Available: https://www.vattenfall.se/elavtal/elmarknaden/elmarknaden-just-nu/?fbclid=IwAR1Zz1m61QhZL-bzbFV8LRnSh-9GIhiWFgNTkNhM8H2Q06obbdZ_opjoflc. [Använd 08 05 2022].
- [57] Swegon, "Filtersats Swegon CASA R2/FREE V60," [Online]. Available: <https://www.casabutiken.se/filtersats-swegon-casa-r2free-v60>. [Använd Maj 2022].
- [58] T. Ramesh, R. Prakash och K. K. Shukla, "Life cycle energy analysis of buildings: An overview," *Energy and Buildings*, vol. 42, nr 10, pp. 1592-1600, 2010 doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.05.007>.
- [59] U. N. / F. C. o. C. Change, "Adoption of the the Paris Agreement, 21st Conference of the Parties," UNFCCC, Paris: United Nations , 2015.

8. Bilagor

Bilaga 1. Energideklaration för Toragårdsvägen 14

Bilaga 2. Ansökan om stöd till energieffektivisering i flerbostadshus – Viggen

Bilaga 3. Swegons Utbytesguide för Bahco Minimaster till *CASA R2 SMART*

Bilaga 4. TMF beräkning *Bahco Minimaster*

Bilaga 5. TMF beräkning *CASA R2 SMART*

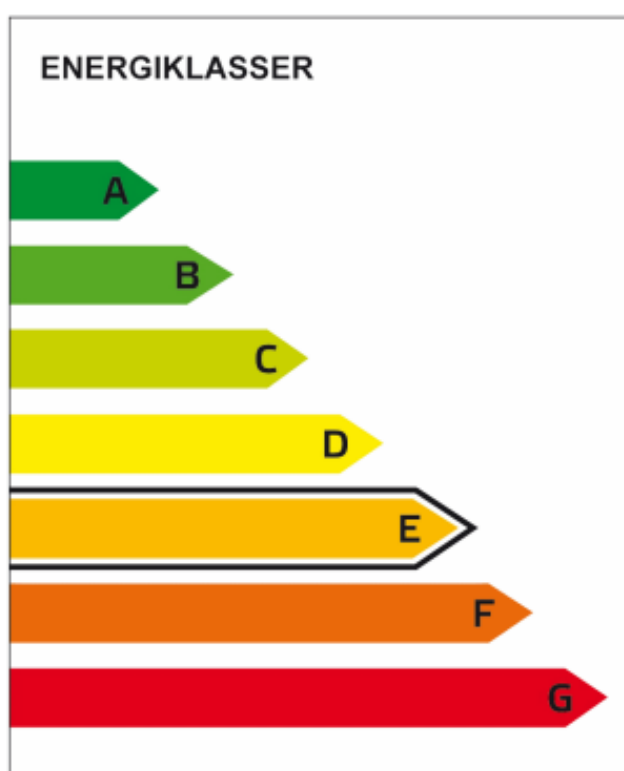
Sammanfattning av

ENERGIDEKLARATION

Toragårdsvägen 14, 352 50 Växjö
Växjö kommun

Nybyggnadsår: 1992

Energideklarations-ID: 955878



DENNA BYGGNADS
ENERGIKLASS

Energiprestanda, primärenergital:
148 kWh/m² och år

**Krav vid uppförande av
ny byggnad, primärenergital:**
Energiklass C, 85 kWh/m² och år

**Specifik energianvändning
(tidigare energiprestanda):**
143 kWh/m² och år

Uppvärmningssystem:
Fjärrvärme

Radonmätning:
Utförd

Ventilationskontroll (OVK):
Utförd

Åtgärdsförslag:
Har lämnats

Energideklarationen är utförd av:
Per Wickman, 2019-06-07

Energideklarationen är giltig till:
2029-06-07

**Energideklarationen i sin helhet
finns hos byggnadens ägare.**

För mer information:
www.boverket.se

Sammanfattningen är upprättad enligt
Boverkets föreskrifter och allmänna råd
(2007:4) om energideklaration för byggnader.

Byggnaden - Identifikation

Län		Kommun	OBS! Småhus i bostadsrätt ska deklaras av bostadsrättsföreningen.	
Kronoberg		Växjö	<input type="checkbox"/> Egna hem (privatägda småhus)	
Fastighetsbeteckning (anges utan kommunnamn)			Egen beteckning	
Viggen 1			Åke Toragårdsvägen 14	
Husnummer	Prefix byggnadsid	Byggnadsid	Orsak till avvikelse	
9	1	1469056	Adressuppgifter är fel/saknas <input type="radio"/>	
Adress		Postnummer	Postort	Huvudadress
Toragårdsvägen 14		35250	Växjö	<input checked="" type="radio"/>

Byggnaden - Egenskaper

Typkod 320 - Hyreshusenhet, bostäder		Byggnadskategori Flerbostadshus	
Byggnadens komplexitet <input checked="" type="radio"/> Enkel <input type="radio"/> Komplex		Byggnadstyp Friliggande	
		Nybyggnadsår 1992	
Atemp (exkl. Avarmgarage) 1457 m ²		Verksamhet Fördela enligt nedan:	
Avarmgarage 0 m ²		Bostäder (inkl. biarea, t.ex. trapphus och uppvärmd källare) 100	
Antal källarplan uppvärmda till >10°C (exkl. garageplan) 0		Hotell, pensionat och elevhem 0	
Antal våningsplan ovan mark 3		Restaurang 0	
Antal trapphus 0		Kontor och förvaltning 0	
Antal bostadslägenheter 17		Butiks- och lagerlokaler för livsmedelshandel 0	
Finns till övervägande del lägenheter med boarea om högst 35 m ² vardera? <input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nej		Butiks- och lagerlokaler för övrig handel 0	
Projekterat genomsnittligt hygieniskt uteluftsflöde i lokalbyggnader eller flerbostadshus 0,35 l/s, m ²		Köpcentrum 0	
Finns installerad eleffekt >10 W/m ² för uppvärmning och varmvattenproduktion <input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nej		Vård, dygnet runt 0	
Är byggnaden skyddad som byggnadsminne eller en sådan särskilt värdefull byggnad som avses i 8 kap 13 § PBL? <input checked="" type="radio"/> Nej <input type="radio"/> Ja, enligt 3 kap KML <input type="radio"/> Ja, enligt SBM-förordningen <input type="radio"/> Ja, är utpekad i detaljplan eller områdesbestämmelser <input type="radio"/> Ja, är utpekad i annan typ av dokument <input type="radio"/> Ja, egen bedömning		Vård, dagtid (samt serviceboende, frisersalong o. dyl) 0	
		Skolor (förskola-universitet) 0	
		Bad-, sport-, idrottsanläggningar (ej utomhusarenor) 0	
		Teater-, konsert-, biograflokaler och övriga samlingslokaler 0	
		Övrig verksamhet - ange vad <input type="text"/> 0	
		Summa 100	

Energianvändning

Mätperiod Vilken 12-månadersperiod avser energippgifterna? (ange första månaden i formatet ÅÅMM)		Beräknad energianvändning Beräknad energianvändning vid normalt brukande och ett normalår anges för byggnader där det inte går att få fram uppgifter om den uppmätta energianvändningen.																																																															
1801 - 1812		<input type="checkbox"/>																																																															
Hur mycket energi har använts för värme och varmvatten angiven mätperiod? Värdena ska vara korrigerade för normalt bruk. (BFS 2016:12) Angivna värden ska inte vara normalårskorrigerade.		Omvandlingsfaktorer för bränslen i tabellen nedan gäller om inte annat uppmätts:																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Energi för</th> <th rowspan="2">kWh</th> </tr> <tr> <th>uppvärmning</th> <th>tappvarmvatten</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fjärrvärme (1)</td> <td>141927</td> <td>36425</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Eldningsolja (2)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Naturgas, stadsgas (3)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ved (4)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fils/pellets/briketter (5)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Övrigt biobränsle (6)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>El (vattenburen) (7)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>El (direktverkande) (8)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>El (luftburen) (9)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Markvärmepump (el) (10)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Värmepump-frånluft (el) (11)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Värmepump-luft/luft (el) (12)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Värmepump-luft/vatten (el) (13)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tappvarmvatten (el) (14)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Energi för		kWh	uppvärmning	tappvarmvatten	Fjärrvärme (1)	141927	36425		Eldningsolja (2)				Naturgas, stadsgas (3)				Ved (4)				Fils/pellets/briketter (5)				Övrigt biobränsle (6)				El (vattenburen) (7)				El (direktverkande) (8)				El (luftburen) (9)				Markvärmepump (el) (10)				Värmepump-frånluft (el) (11)				Värmepump-luft/luft (el) (12)				Värmepump-luft/vatten (el) (13)				Tappvarmvatten (el) (14)				Eldningsolja 10 000 kWh/m ³ Naturgas 11 000 kWh/1 000 m ³ (effektivt värmevärde) Stadsgas 5 880 kWh/1 000 m ³ Pellets 4 500-5 000 kWh/ton, beroende av träslag och fukthalt Källa: Energimyndigheten För övriga biobränsle varierar värmevärdet beroende av sammansättning och fukthalt. Det är expertens ansvar att omräkna bränslets vikt eller volym till energi på ett korrekt sätt.	
	Energi för		kWh																																																														
	uppvärmning	tappvarmvatten																																																															
Fjärrvärme (1)	141927	36425																																																															
Eldningsolja (2)																																																																	
Naturgas, stadsgas (3)																																																																	
Ved (4)																																																																	
Fils/pellets/briketter (5)																																																																	
Övrigt biobränsle (6)																																																																	
El (vattenburen) (7)																																																																	
El (direktverkande) (8)																																																																	
El (luftburen) (9)																																																																	
Markvärmepump (el) (10)																																																																	
Värmepump-frånluft (el) (11)																																																																	
Värmepump-luft/luft (el) (12)																																																																	
Värmepump-luft/vatten (el) (13)																																																																	
Tappvarmvatten (el) (14)																																																																	
		Övrig el som ingår i energiprestanda																																																															
		Fjärrkyla (15) <input type="text"/> kWh El för komfortkyla (16) <input type="text"/> kWh Fastighetsel ¹ (17) 11600 kWh																																																															
		Övrig energi (ingår inte i energiprestanda)																																																															
		Hushållsel ² (18) <input type="text"/> kWh Verksamhetsel ³ (19) <input type="text"/> kWh																																																															
Energi för uppvärmning, tappvarmvatten, komfortkyla och fastighetsel		Finns solvärme?																																																															
Summa 1 - 17 ⁴ 189952 kWh		<input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nej <table border="1"> <tr> <td>Ange solfångarens</td> <td>Beräknad energiproduktion</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/> m²</td> <td><input type="text"/> kWh/år</td> </tr> </table>		Ange solfångarens	Beräknad energiproduktion	<input type="text"/> m ²	<input type="text"/> kWh/år																																																										
Ange solfångarens	Beräknad energiproduktion																																																																
<input type="text"/> m ²	<input type="text"/> kWh/år																																																																
Ort (Energi-Index)		Finns solcellssystem?																																																															
Växjö		<input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nej <table border="1"> <tr> <td>Ange solcellsansa</td> <td>Beräknad elproduktion</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/> m²</td> <td><input type="text"/> kWh/år</td> </tr> </table>		Ange solcellsansa	Beräknad elproduktion	<input type="text"/> m ²	<input type="text"/> kWh/år																																																										
Ange solcellsansa	Beräknad elproduktion																																																																
<input type="text"/> m ²	<input type="text"/> kWh/år																																																																
Byggnadens energianvändning ⁴ (Normalårskorrigerat värde (Energi-Index))		Byggnadens primärenergianvändning ⁴																																																															
208565 kWh/år		215525 kWh/år																																																															
Energiförbrukning (primärenergital)	Referensvärde 1 (enligt nybyggnadskrav)	Referensvärde 2 (liknande byggnader)	Referensvärde 3 (nybyggnadskrav för denna byggnad)																																																														
148 kWh/m ² , år	85 kWh/m ² , år	148 kWh/m ² , år	<input type="text"/> kWh/m ² , år																																																														

¹ Den el som ingår i fastighetsenergin.

² Den el som ingår i hushållsenergin.

³ Den el som ingår i verksamhetsenergin.

⁴ Den energimängd som levereras till byggnaden vid normalt brukande.

⁵ Enligt definition i Boverkets byggregler (2011:6) - föreskrifter och allmänna råd.

⁶ Underlag för energiprestanda.

Uppgifter om ventilationskontroll

Finns det krav på återkommande ventilationskontroll i byggnaden?		<input checked="" type="radio"/> Ja		<input type="radio"/> Nej	
Typ av ventilationssystem	<input checked="" type="checkbox"/> FTX	<input type="checkbox"/> FT	<input type="checkbox"/> F med återvinning		
	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> Självdrag			
Är ventilationskontrollen utförd vid tidpunkten för energideklarationen?		<input checked="" type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nej	<input type="radio"/> Delvis ⁷	<input type="text"/> %
Är ventilationskontrollen utan anmärkning vid tidpunkten för energideklarationen?		<input checked="" type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nej		

⁷ Avser när byggnaden har fler ventilationsaggregat.

Uppgifter om luftkonditioneringssystem

Finns luftkonditioneringssystem med nominell kyleffekt större än 12kW?	<input type="radio"/> Ja	<input checked="" type="radio"/> Nej
--	--------------------------	--------------------------------------

Uppgifter om radon

Är radonhalten mätt?		<input checked="" type="radio"/> Ja		<input type="radio"/> Nej	
Radonhalt	Typ av mätning	Datum för radonmätning			
30	Långtidsmätning enligt SSM	2017-12-20			
	Bq/m3				

Utförda energieffektiviseringsåtgärder sedan föregående energideklaration

Rekommendationer om kostnadseffektiva åtgärder

Åtgärdsförslag (Dekl.id: 955878)

Styr- och reglerteknisk	Installationsteknik	Byggnadsteknik
<p>Värme</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Nya radiatorventiler</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Injustering av värmesystem</p> <p><input type="checkbox"/> Tids-/behovsstyrning av värmesystem</p> <p><input type="checkbox"/> Rengöring och/eller luftning av värmesystem</p> <p><input type="checkbox"/> Maxbegränsning av innetemperatur</p> <p><input type="checkbox"/> Ny inomhusgivare</p> <p><input type="checkbox"/> Byte/installation av tryckstyrda pumpar</p> <p><input type="checkbox"/> Annan åtgärd</p> <p>Ventilation</p> <p><input type="checkbox"/> Injustering av ventilationssystem</p> <p><input type="checkbox"/> Tidsstyrning av ventilationssystem</p> <p><input type="checkbox"/> Behovsstyrning av ventilationssystem</p> <p><input type="checkbox"/> Byte/installation av varvtalsstyrda fläktar</p> <p><input type="checkbox"/> Annan åtgärd</p> <p>Belysning, kylning m.m.</p> <p><input type="checkbox"/> Tids-/behovsstyrning av belysning</p> <p><input type="checkbox"/> Tids-/behovsstyrning av kyla</p> <p><input type="checkbox"/> Annan åtgärd</p>	<p><input type="checkbox"/> Varmvattenbesparande åtgärder</p> <p><input type="checkbox"/> Energieffektiv belysning</p> <p><input type="checkbox"/> Isolering av rör och ventilationskanaler</p> <p><input type="checkbox"/> Byte/installation av värmepump</p> <p><input type="checkbox"/> Byte/installation av energieffektiva värmekälla</p> <p><input type="checkbox"/> Byte/komplettering av ventilationssystem</p> <p><input type="checkbox"/> Återvinning av ventilationsvärme</p> <p><input type="checkbox"/> Installation av solvärme</p> <p><input type="checkbox"/> Installation av solceller</p> <p><input type="checkbox"/> Annan åtgärd</p>	<p><input type="checkbox"/> Tilläggsisolering vindsbjälklag/tak</p> <p><input type="checkbox"/> Tilläggsisolering väggar</p> <p><input type="checkbox"/> Tilläggsisolering källare/mark</p> <p><input type="checkbox"/> Byte till energieffektiva fönster/fönsterdörrar</p> <p><input type="checkbox"/> Komplettering fönster/fönsterdörrar med innerruta</p> <p><input type="checkbox"/> Tätning fönster/fönsterdörrar/ytterdörrar</p> <p><input type="checkbox"/> Annan åtgärd</p>
<p>Minskad energianvändning</p> <p>25200 kWh/år</p>	<p>Kostnad per sparad kWh</p> <p>0,3 kr/kWh</p>	
<p>Beskrivning av åtgärden</p> <p>Innetemperaturen troligtvis 2-3 grader för hög-Injustera värmesystemet samt byta radiatorventiler</p> <p>Kulvertförluster ingår med ca 15% enl. Veab:s beräkning i Växjö</p>		

Övrigt

Har byggnaden besiktigats på plats?	Vid nej, vilket undantag åberopas
<input checked="" type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nej	<div style="background-color: #cccccc; height: 15px; width: 100%;"></div>
	Kommentar
	<div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div>

Expert

Förnamn	Efternamn	
Per	Wickman	
Datum för godkännande	E-postadress	
2019-06-07	per.wickman@energirevisor.se	
Certifikatnummer	Certifieringsorgan	Behörighetsnivå
2011	Kiwa Swedcert	Kvalificerad
Företag		

Ansökan om stöd till energieffektivisering i flerbostadshus

(SFS 2021:664)

För att få stöd ska flera villkor vara uppfyllda. Läs mer på www.boverket.se samt i Boverkets vägledning.

Ansök hos länsstyrelsen i det län där byggnaden är belägen. Adresser och telefonnummer hittar du på länsstyrelsens webbplats www.lansstyrelsen.se. Genomförs åtgärder i flera byggnader ska du göra en ansökan per byggnad.

Obs! Ansökan måste ha kommit in till länsstyrelsen innan åtgärden får påbörjas.

Inkom till länsstyrelsen	Diarienummer
--------------------------	--------------

1. Tidplan

Ange preliminära datum då åtgärderna beräknas påbörjas respektive färdigställas.

De stödberättigade åtgärderna får inte ha påbörjats innan ansökan har kommit in till länsstyrelsen. En energieffektiviseringsåtgärd ska påbörjas inom sex månader från beslutet om stöd och färdigställas inom två år från dagen för påbörjandet.

För att en åtgärd ska anses påbörjad ska antingen bygg- och installationsarbeten som avser energieffektiviseringsåtgärden ha påbörjats eller det första bindande åtagandet att beställa utrustning eller annat åtagande som gör investeringen oåterkallelig, beroende på vilket som inträffar först. Detta framgår av kommissionens förordning (EU) nr 651/2014 av den 17 juni 2014 genom vilken vissa kategorier av stöd förklaras förenliga med den inre marknaden enligt artiklarna 107 och 108 i fördraget (artikel 2.23).

Med tidpunkt för färdigställande avses den tidpunkt när bygg- och installationsarbetena för energieffektiviseringsåtgärden har färdigställts.

Åtgärderna påbörjas (år, månad, dag)	Åtgärderna färdigställs (år, månad, dag)
--------------------------------------	--

2. Uppgifter om sökanden

Sökande	Organisationsnummer/personnummer	
Telefonnummer	E-post	
Adress	Postnummer	Postort
Sökandens webbplats (om sådan finns)		
Sökanden är		
<input type="checkbox"/> bostadsrättsförening <input type="checkbox"/> kooperativ hyresrättsförening <input type="checkbox"/> allmännyttigt bostadsföretag <input type="checkbox"/> privat bostadsföretag <input type="checkbox"/> kommun <input type="checkbox"/> stiftelse <input type="checkbox"/> fysisk person <input type="checkbox"/> annat: _____		

Företagets storlek

Ange om företaget är ett litet, medelstort eller stort företag. Med företag avses varje enhet som utövar verksamhet som består i att erbjuda varor eller tjänster på en viss marknad, oavsett enhetens rättsliga form, om den bedrivs i enskild eller offentlig regi och om verksamheten bedrivs i vinstsyfte eller inte. Definitionen av företag är alltså bred och omfattar mer än vad som traditionellt avses med företag. Det omfattar exempelvis även bostadsrättsföreningar, kommuner och regioner. Dessa uppgifter används dels för att bedöma stödets storlek i enlighet med förordningen, dels för stödets uppföljning och dels för att kunna rapportera till Europeiska kommissionen att stödet efterlever EU:s statsstödsregler.

Vid bedömning av ett företags storlek måste man se till antalet anställda, årsomsättning och balansomslutning. Storleken på företag definieras enligt tabellen nedan. Med anställda avses inte bara löntagare utan även ägare som arbetar i företaget utan att vara anställda och konsulter som befinner sig i en beroendeställning till företaget.

Av betydelse för bedömningen av ett företags storlek är även företagets relation till andra företag, främst ägare, och graden av kontroll som andra företag utövar över företaget. Detta finns beskrivet i kommissionens förordning (EU) nr 651/2014 bilaga 1, artikel 3. Se även kommissionens användarhandledning om definitionen av SMF-företag.

- små företag (sysselsätter färre än 50 personer och vars omsättning eller balansomslutning inte överstiger 10 miljoner euro per år)
- medelstort företag (sysselsätter färre än 250 personer och vars årsomsättning inte överstiger 50 miljoner euro eller vars balansomslutning inte överstiger 43 miljoner euro per år)
- stort företag (sysselsätter ≥ 250 personer och vars årsomsättning ≥ 50 miljoner euro eller vars balansomslutning ≥ 43 miljoner euro per år)

Koncerttillhörighet

Ange om sökanden ingår i en koncern

- ja
- nej

Om ja, ange

Koncernmoders namn:

Koncernmoders organisationsnummer:

3. Uppgifter om kontaktperson

Namn	Arbetsplats
Telefonnummer	E-post

4. Utbetalningsuppgifter

Välj ett utbetalningsalternativ. I första hand bör plusgiro eller bankgiro användas.

Plusgiro	Bankgiro	
Bank	Clearingnummer	Kontonummer
Kontohavare	Meddelande till kontohavare	

5. Uppgifter om fastigheten

Ange fastighetsbeteckning för den fastighet där byggnaden är belägen.

Fastighetsbeteckning Viggen 1	
Län Kronoberg	Kommun Växjö
Fastighetsägare	
Marken disponeras med: <input type="checkbox"/> äganderätt <input type="checkbox"/> tomträtt <input type="checkbox"/> annan nyttjanderätt <input type="text"/>	Lägenheterna uppläts med (välj ett alternativ). <input type="checkbox"/> hyresrätt <input type="checkbox"/> kooperativ hyresrätt <input type="checkbox"/> bostadsrätt

6. Annat statligt stöd

Enligt kommissionens förordning (EU) nr 651/2014 kan annat statligt stöd som beviljats leda till att detta stöd minskar (artikel 8 p. 3b).

Har du beviljats annat statligt stöd för samma – helt eller delvis överlappande – stödberättigande kostnader?
<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nej
Om ja, ange vilket stöd som har beviljats, hur stort stödet är och den organisation eller myndighet hos vilken stödet har beviljats (maximalt 500 tecken inklusive blanksteg).
<input type="text"/>

7. Certifierad energiexpert

Den certifierade energiexperten ska uppfylla villkoren i 10 och 10 a §§ förordningen (2006:1592) om energideklaration för byggnader och Boverkets föreskrifter och allmänna råd (2007:5) för certifiering av energiexpert. För att kontrollera om energiexperten har rätt certifiering se www.boverket.se.

Namn Per Wickman	Arbetsgivare Energirevisor ERW AB
Telefonnummer 0705465050	E-post per.wickman@energirevisor.se

8. Uppgifter om byggnaden

Byggnadsägare (om annan än fastighetsägaren)	
Byggnadens gatuadress Toragårdsvägen 14	
Postnummer 35250	Postort Växjö
Energideklarations-id 955878	
Nybyggnadsår 1992	
Prefix byggnads-id 9	Byggnads-id 1469056
Byggnadens A_{temp} (enligt energideklaration, har förändring skett ange aktuellt värde) 1457 m ² .	
Hur stor del av byggnaden innehåller bostadslägenheter som upplåts med hyresrätt, kooperativ hyresrätt eller bostadsrätt (enligt energideklaration, har förändring skett ange aktuellt värde)? 100 procent.	
Ange byggnadens energiprestanda, uttryckt som primärenergital , före energieffektiviseringsåtgärder (enligt den certifierade energiexpertens intyg, om annan energiprestanda än den som anges i gällande energideklaration). Primärenergitalet ska beräknas enligt de regler som gäller vid ansökningstillfället enligt lagen (2006:985) om energideklaration för byggnader och föreskrifter som har meddelats med stöd av den lagen. 119 (kWh/m ² och år).	

9. Uppgifter om åtgärden

Observera att åtgärden inte får påbörjas innan en ansökan om stöd har kommit in till länsstyrelsen. För att en åtgärd ska anses påbörjad ska antingen bygg- och installationsarbeten som avser energieffektiviseringsåtgärden ha påbörjats eller det första bindande åtagandet att beställa utrustning eller annat åtagande som gör investeringen oåterkallelig, beroende på vilket som inträffar först.

Lämna en sammanfattande beskrivning av den åtgärd/de åtgärder som stöd söks för. Av beskrivningen ska framgå vad som ska göras inom själva åtgärden. Beskrivningen kan omfatta maximalt 2 000 tecken. Räcker inte utrymmet, ange resterande uppgifter i bilaga.

Tätning av fönster och dörrar

Installera 17 st nya FTX aggregat med närvaro och fuktstyrning

Utbyte av termostater/termostatventiler/injustering värme

Installation av individuell varmvattenmätning

Kräver åtgärden/åtgärderna bygglov?

ja nej

Om nej, motivera varför. Motiveringen kan omfatta maximalt 500 tecken..

Byggnaden förändras inte i form med tak-väggar-fönster-dörrar-färg varför något bygglov ej erfordras och vi följer varsamhetskravet enl PBL - Boverket

Innebär åtgärden/åtgärderna att byggnaden byter huvudsaklig energibärare från fjärrvärme till el? Vad huvudsaklig energibärare innebär förtydligas i Boverkets vägledning, www.boverket.se.

ja nej

10. Åtgärder, kostnader och sökt stöd

Stöd lämnas för beräknade merkostnader för energieffektiviseringsåtgärder som beräknas medföra att byggnadens energiprestanda, uttryckt som ett primärenergital (EP_{net}), förbättras med minst 20 procent.

Ange byggnadens beräknade energiprestanda, **uttryckt som primärenergital, efter** energieffektiviseringsåtgärder (enligt den certifierade energiexpertens intyg). Primärenergitalet ska beräknas enligt de regler som gäller vid ansökningstillfället enligt lagen (2006:985) om energideklaration för byggnader och föreskrifter som har meddelats med stöd av den lagen.

85
..... (kWh/m² och år).

Hur många procent beräknas energieffektivitetsåtgärden/åtgärderna sammantaget förbättra byggnadens energiprestanda?

29,5
..... procent.

11. Alternativa sätt att räkna ut merkostnader

Det finns olika sätt att räkna ut de stödberättigande merkostnaderna. Detta framgår av artikel 38.3 i kommissionens förordning (EU) nr 651/2014, ändrad den 23 juli 2021 genom kommissionens förordning (EU) 2021/1237 (GBER). För samtliga sätt gäller att de kostnader som inte har ett direkt samband med uppnåendet av en högre energieffektivitet inte är stödberättigande. För en åtgärd som endast avser att energieffektivisera är hela kostnaden stödberättigande.

I de fall **kostnaderna** för energieffektiviseringsåtgärden kan urskiljas ur den totala investeringskostnaden är det alternativ A och B som ska användas. Det blir då hela kostnaden för energieffektiviseringsåtgärden som ska anges under rubriken "Beräknade merkostnader" i tabellen. Utformningen av artikel 38.3 i kommissionens förordning och 5 § 1 förordningen (2021:664) om stöd till energieffektivisering i flerbostadshus innebär att det behövs en uppdelning i två alternativ, A eller B, beroende på andelen bostäder i byggnaden. Beräkningen av stödberättigande kostnader är dock densamma för de båda alternativen.

Om kostnaderna för energieffektiviseringsåtgärden inte kan urskiljas ur den totala investeringskostnaden är det i stället alternativ C som ska väljas. Då ska merkostnaderna för att investera i energieffektivitet identifieras genom hänvisning till en liknande, mindre energieffektiv investering som skulle ha genomförts på ett trovärdigt sätt utan stöd. Skillnaden mellan kostnaderna för båda investeringarna anger den energieffektivitetsrelaterade kostnaden och utgör de stödberättigande kostnaderna.

För samtliga alternativ gäller att en certifierad energiexpert ska lämna ett intyg som visar vilken energieffektiviseringsåtgärd som ska genomföras, beräknade merkostnader för investeringen och vilken energieffektivisering som beräknas uppnås. Efter energieffektiviseringsåtgärden/åtgärderna är färdigställda ska energiexperten intyga att åtgärderna genomförts, merkostnaderna för investeringen och vilken energieffektivisering som beräknas ha uppnåtts.

En utförligare beskrivning av de olika alternativen med exempel finns i Boverkets vägledning.

Vid beräkningen av stödnivå och stödberättigande merkostnader ska alla siffror som används avse belopp före eventuella avdrag för skatt eller andra avgifter.

Sökanden ska ange respektive åtgärd under det alternativ som är tillämpligt. Uppfyller åtgärden kraven för flera alternativ kan sökanden använda det mest fördelaktiga.

Alternativ A och B

Välj alternativ A eller B om kostnaderna för energieffektiviseringsåtgärden kan urskiljas ur den totala investeringskostnaden. Välj ett alternativ.

- A. Om andelen bostäder i byggnaden överstiger 50 procent men inte når upp till 65 procent används detta alternativ för att fastställa de stödberättigande kostnaderna.
- B. Om andelen bostäder i byggnaden är minst 65 procent används detta alternativ för att fastställa de stödberättigande kostnaderna.

Stöd söks för följande åtgärd/åtgärder	Förbättring EP _{pef} (kWh/m ² och år)	Beräknade merkostnader (kronor)
<u>Klimatskärm</u>		
Tilläggsisolering av tak		
Tilläggsisolering av fasad		
Byte fönster/dörrar		
<u>Tekniska installationer</u>		
Effektivare ventilation/ värmeåtervinning		
Effektivare styr- och regler-system		
<u>Energiförsörjning/omvandling</u>		
Effektivare energiomvandling		
Byte av energiförsörjning		
<u>Fastighetsenergi</u>		
Effektivare belysning		
<u>Annat (max 500 tecken):</u>		
Tätninga av fönster och dörrar		
Förbättring EP_{pef} (kWh/m² och år) enligt alternativ A eller B.		
Summa merkostnader enligt alternativ A eller B (kronor)		

Alternativ C				
<p>Välj alternativ C om det går att identifiera merkostnaderna för att investera i energieffektivitet genom hänvisning till en liknande, mindre energieffektiv investering som skulle ha genomförts på ett trovärdigt sätt utan stöd. Skillnaden mellan kostnaderna för båda investeringarna anger den energieffektivitetsrelaterade kostnaden och utgör de stödberättigande kostnaderna. En certifierad energiexpert ska i intyg beskriva den liknande mindre åtgärden och jämföra med den åtgärd som stöd söks för.</p>				
Stöd söks för följande åtgärd/åtgärder	Förbättring EP_{net} (kWh/m² och år)	Totala investeringskostnader sökt åtgärd (kronor)	Totala investeringskostnader jämförelseprojekt (kronor)	Beräknade merkostnader (kronor)
<u>Klimatskärm</u>				
Tilläggsisolering av tak				
Tilläggsisolering av fasad				
Byte fönster/dörrar				
<u>Tekniska installationer</u>				
Effektivare ventilation/ värmeåtervinning				
Effektivare styr- och regelsystem				
<u>Energiförsörjning/omvandling</u>				
Effektivare energiomvandling				
Byte av energiförsörjning				
<u>Fastighetsenergi</u>				
Effektivare belysning				
<u>Annat (max 500 tecken):</u>				
Förbättring EP_{net} (kWh/m² och år) enligt alternativ C.				
Summa merkostnader enligt alternativ C (kronor)				

Kostnader för certifierad energiexperts arbete (kronor) (efter att åtgärden har påbörjats)	
Summa stödberättigande underlag (kronor) (dvs. merkostnader angivna under A eller B och C samt kostnader för certifierad energiexpert)	
Sökt stöd (kronor) (30, 40 eller 50 procent av stödberättigande underlag, beroende på om sökanden är ett stort, medelstort eller litet företag, se under fråga 2)	

12. Sanningsförsäkran

Ansökan skrivs under av sökande (behörig/behöriga firmatecknare) eller av behörig företrädare med fullmakt. Fullmakt ska bifogas ansökan. Felaktiga uppgifter kan medföra återbetalningsskyldighet.

<input type="checkbox"/> Härmed lämnas samtycke till att uppgifter om mottaget stöd som överstiger ett belopp motsvarande 500 000 euro får offentliggöras enligt artikel 9.1.c i kommissionens förordning (EU) nr 651/2014.	
<input type="checkbox"/> Härmed intygas att sökanden inte har skulder för svenska skatter eller avgifter hos Kronofogdemyndigheten eller som är i likvidation eller försatt i konkurs. Stöd får inte ges till företag i svårigheter enligt definitionen i punkt 20 i Europeiska kommissionens meddelande om riktlinjer för statligt stöd till undsättning och omstrukturering av icke-finansiella företag i svårigheter (2014/C 249/01).	
<input type="checkbox"/> Härmed intygas att sökanden inte är föremål för betalningskrav på grund av ett beslut av Europeiska kommissionen som förklarar ett stöd oförenligt med den inre marknaden.	
<input type="checkbox"/> Härmed intygas att de uppgifter som lämnats i denna ansökan med tillhörande bilagor är sanna. Om stöd beviljas förbinder sig sökanden att följa de regler för stödet som anges i förordningen (2021:664) och Boverkets föreskrifter och allmänna råd (2021:6).	
Underskrift	
Namnförtydligande	Ort och datum
Underskrift	
Namnförtydligande	Ort och datum

Behandling av personuppgifter

Länsstyrelsen och Boverket behandlar enbart de personuppgifter som behövs för att hantera ditt ärende. Mer information om detta och om EU:s dataskyddsförordning (EU) 2016/679, GDPR, finns att läsa på www.lansstyrelsen.se/dataskydd och www.boverket.se/personuppgifter.

Handlingar som ska bifogas ansökan enligt förordningen (2021:664) om stöd till energieffektivisering i flerbostadshus och Boverkets föreskrifter och allmänna råd (2021:6) om stöd till energieffektivisering i flerbostadshus

Obligatoriska bilagor

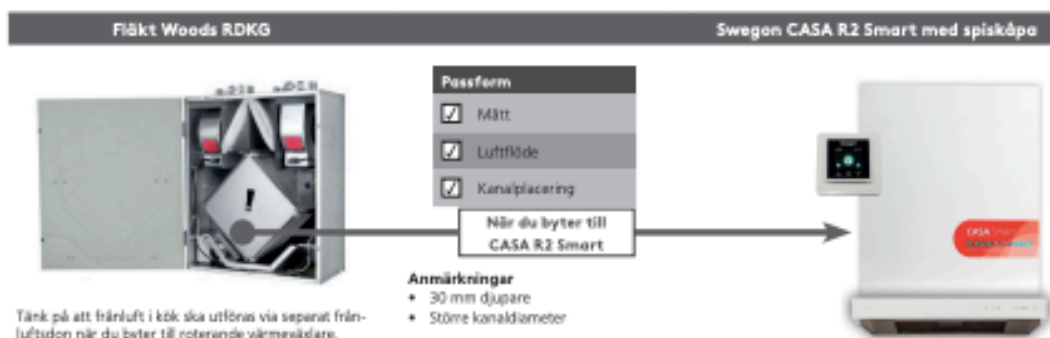
- Nödvändiga behörighetshandlingar, exempelvis fullmakt, delegationsbeslut eller registerutdrag med uppgift om firmatecknare. Ges fullmakt genom delegationsbeslut ska delegationsordning, eller motsvarande dokument, bifogas. Sökanden ska även ange enligt vilken punkt i delegationsordningen delegation ges.
- En vid tidpunkten för ansökan giltig energideklaration enligt lagen (2006:985) om energideklaration för byggnader.
- Ett intyg som visar vilken energieffektiviseringsåtgärd som ska genomföras, beräknade merkostnader för investeringen och vilken energieffektivisering som beräknas uppnås. Intyget ska lämnas av en certifierad energiexpert som uppfyller villkoren i 10 och 10 a §§ förordningen (2006:1592) om energideklaration för byggnader och Boverkets föreskrifter och allmänna råd (2007:5) för certifiering av energiexpert.

Handlingar som ska bifogas ansökan i förekommande fall

- För bygglovspliktig energieffektiviseringsåtgärd, ett beslut om bygglov.

Lägenhets- och villaaggregat

Swegon CASA R2 Smart som ersättare för BAHCO ACF "Minimaster"



Information

Enkelt att byta ut

CASA R2 Smart är anpassad i mått och kanalplacering vilket förenklar arbetet avsevärt när man ska byta ut ett gammal Fläkt RDKG.

- Plan framsida innebär att aggregatet kan monteras dolt bakom en kökslucka eller ljudisolerad täckpanel
- Lägre ljudnivå och förbättrade prestanda
- Förbättrat utsug från spiskåpan
- Kondensdränering kan uteslutas

Upp till 50% lägre fläktenergiförbrukning

CASA R2 Smart förbrukar bara hälften så mycket energi för att transportera samma luftmängd. Detta är viktigt eftersom fläktarna går hela 8760 timmar under ett år vilket innebär en rejäl kostnadsbesparing under aggregatets livslängd.

Högre energiåtervinning och lägre installerad effekt

CASA har högeffektiv återvinning, som utvinner upp till 83% av energin ur frånluften, vilket innebär att värmetilskottet för att värma tilluften kan minskas avsevärt.

Installerad effekt

CASA R2 Smart installerad effekt 640W
BACHO ACF installerad effekt 1340W

Upp till 30% lägre ljudnivå

CASA R2 Smart är optimerad för låg energiförbrukning och lägre interna tryckfall med genomtänkta lösningar för att förenkla kanalanslutning. Rejält tilltagen isolering i höljet minimerar energiläckage. Förutom förbättrad funktion och prestanda, ger det även reducerad ljudnivå.

Installationsmässiga fördelar

Många gånger är utrymmet för kanaler väldigt begränsat. CASA R2 Smart har samma placering av kanalanslutningarna som Fläkt RDKG vilket förenklar installationsarbetet avsevärt. Det innebär att ingrepp i snickerier många gånger kan uteslutas och man slipper återställande i form av målning, tapetsering etc. Det blir även enklare att få ett bra resultat när den så viktiga kanalisoleringen ska monteras.

OBS! Tänk på att frånluft i kök ska tas via ett separat frånluftsdon då du byter till ett aggregat med roterande växlare.

Snabböversikt	CASA R2 Smart	Fläkt RDKG
Energiförbrukning		
Kapacitet		
Ljud		
Höjstisolerering		
Utsug från spiskåpa		
Underhållsbehov		
Energiförbrukning av avfrostning		
Filtersklass		

Bilaga 4. TMF beräkning *Bahco Minimaster*.

hus med fjärrvärme och FTX-ventilation

Data ifyllda av: **Per Wickman**
 Företag: **Energirevisor ERW AB**
 Datum: **2022-03-14**

TMF Energi version 9.2 ffb

Friläxtruta/kommentarer:

Befintligt hus med gamla FTX

INDATA

Typ av beräkning: **Projekterad byggnad** där alla färgmarkerade indata är projekterade värden.

Allmänt	Värmeproduktion	FVC6000	Solel	nej	SOLEL 3
Hustillverkare: Öjaby fast	Värmeläckage inkl. VVC	2500 (W)	Totalt levererad solel	0	(kWh/år)
Husmodell: Viggen		15,031 (kWh/m ² år)	Andel reduktion energianv. BBR 29	0,0	(%)
Antal våningar: 3	varav intern värmeavgivning	100 (%)	Direktvärme, komplement		
Antal lägenheter: 17	Solvärme	nej	SOL1000	Elektrisk för-/eftervärme FTX	13593 (kWh/år)
Typ av lägenheter: normala	Täckningsgrad, varmvatten	40 (%)		märkeffekt förvärme FTX	0 (W)
Beställningsnummer: 1	Täckningsgrad, värme	10 (%)		märkeffekt eftervärme FTX	6757 (W)
Ordernummer: 1	Q el cirk.pump, solvärme	200 (kWh/år)		Elektriska handduktorkar	0 st
Kommun/klimatort: Växjö	Värmedistribution			årlig energianvändning	0 (kWh/år)
Geografisk justeringsfaktor: 1,0	A-klassade cirk.pumpar	ja		märkeffekt handduktorkar	0 (W)
Fastighetsbeteckning: Viggen 1	Pel cirk.pump, medel	133 (W)		Komfortgolvvärme (el)	0 st
Adress:		0,8 (kWh/m ² år)		årlig energianvändning	0 (kWh/år)
Beställare:	Återkopplad reglering	nej		märkeffekt komfortgolvvärme	0 (W)
	Vattenburen golvvärme	0,0 (m ²)		Märkeffekt direktvärme, totalt	0 (W)
Brukande	Energieffektiva blandare	ja		Ingen kyla	0 (kWh/år)
Trum	IMD av tappvarmvatten	nej		Övrig fastighetsel	4500 (kWh/år)
Personvärme, specifik	Ventilation	FTX100		varav intern värmeavgivning	80 (%)
Närvarotid, medel	Antal FTX-aggregat	17 (st)			
Varmvattenanv. specifik	Elektiv ventilation	nej		UTDATA	
Antal personer	Pel fläktar, medel	1100 (W)		E hushållsel	43710 (kWh/år)
Hushållsel		6,6 (kWh/m ² år)		E ut värmesystem	119688 (kWh/år)
Byggnad	Luftflöde, medel	510,0 (l/s)		E varmvattenanv.	32783 (kWh/år)
T _{in, medel}	varav via separat F-vent.	0,0 (l/s)		E värmeläckage VVC	21900 (kWh/år)
Tidskonstant (τ)	Spec. luftflöde, medel (q _{medel})	0,35 (l/s/m ²)		E el fläktar	9636 (kWh/år)
DVUT, aktuell	Normaldrift			E el cirk.pump, värmedistr.	864 (kWh/år)
A _{temp}	Pel fläktar	1100 (W)		E el cirk.pump, solvärme	0 (kWh/år)
A _{garage}	Spec. luftflöde, inkl. garage	0,35 (l/s/m ²)		E direktvärme, komplement	13593 (kWh/år)
A _{ren, total}	Spec. luftflöde, exkl. garage	0,35 (l/s/m ²)		E el komfortkyla, totalt	0 (kWh/år)
Byggnadens tyngd	Luftflöde	510,0 (l/s)		E övrig fastighetsel	4500 (kWh/år)
U _{in}	SFP	2,2 (W/l/s)		E red. p.g.a. solel (exkl. hush.el)	0 (kWh/år)
U _{ext}	Reducerat flöde	nej		E köpt el (exkl. hushållsel)	28593 (kWh/år)
Lufttäthet q ₅₀	Frånvarotid	0 (h/dygn)		E fjärrvärme+sol	174388 (kWh/år)
Avskärmning från vind	Pel fläktar	262 (W)		E fjärrvärme	174388 (kWh/år)
Passiv solinstrålning	Spec. luftflöde	0,15 (l/s/m ²)		E köpt energi (exkl. hushållsel)	202981 (kWh/år)
Värmeeffektbehov, P _{tot}	Luftflöde	218,6 (l/s)		E köpt el totalt, netto	72303 (kWh/år)
Spisfläktari-käpor	Värmed återvinning			E köpt energi totalt, netto	246691 (kWh/år)
Uteluftflöde, forcerat / lgh	Nominellt flöde	35,0 (l/s)		E energianvändn. (exkl. hush.el)	202981 (kWh/år)
Drifttid	Temp.verkn.grad (+7 °C)	60,0 %		E energianvändning, totalt	246691 (kWh/år)
	Temp.verkn.grad (DVUT)	-3,0 °C		E energibesparing solvärme	0 (kWh/år)
	Temp.verkn.grad (DVUT)	56,1 %		Primärenergital (EP_{net})	119,1 (kWh/m ² /år)
	Eftervärmning El T tilluft =	17,0 °C		Kravnivå BBR 29 (BFS 2020:4)	75 (kWh/m ² /år)
				Energiklass BED 10 (BFS 2018:11)	E
				Specifik energianvändning (BBR 24)	139,3 (kWh/m ² /år)
				Installerad effekt, totalt	0,00 (kW)
				Kravnivå BBR 29 (BFS 2020:4)	37,68 (kW)

Beräkning av energianvändning och primärenergital för hus med fjärrvärme och FTX-ventilation

Typ av beräkning: Underlag till Byggnämnan. Beräkning av projekterad byggnads förväntade primärenergital enligt avsnitt 9.2 i Boverkets Byggregler BBR 29, baserat på normalt brukande under ett normalår enligt kapitel 2 i BEN 3, projekterade värden och bygghandlingar.

Beräkningen avser:

Husmodell:	Viggen
Antal våningar:	3
Antal lägenheter:	17
Beställningsnummer:	1
Ordernummer:	1
Kommun/klimatort:	Växjö
Geografisk justeringsfaktor:	1,0
Fastighetsbeteckning:	Viggen 1
Adress:	

Beställare:

För att uppfylla de krav som Boverkets byggregler ställer på energianvändningen, enligt avsnitt 9 i BBR 29 (BFS 2011:6 t.o.m. BFS 2019:2), har vid beräkningen följande indata använts för att representera "normalt brukande" enligt kapitel 2 i BEN 3 (BFS 2016:12 t.o.m. BFS 2018:5):

- inomhustemperatur;	21 °C, under uppvärmningssäsongen
- hushållsel;	30 kWh per m ² tempererad golvarea och år
- tappvarmvatten;	22,5 kWh per m ² tempererad golvarea och år
- personvärme;	80 W/person, närvarotid 14 h/dygn
- antal personer;	36,4 st
- närvarotid, medel;	14 h/dygn

För den aktuella byggnaden har bl.a. följande projekterade indata använts:

- tempererad golvarea;	1457 m ²	- energieffektiva blandare;	ja
- omslutande yta;	2165 m ²	- energieffektiv ventilation;	nej
- U _{in} -värde	0,59 (W/(K m ²))	- närvarostyrd ventilation;	nej
- lufttätethet;	0,55 (l/s m ²)	- medelluftflöde;	510,0 l/s

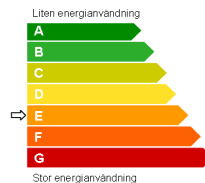
Vidare har fabrikantdata för följande installationer använts:

Fjärrvärmecentral typ;	FVC6000
Ventilationsaggregat typ;	FTX100
Spisfläktar/-kåpor typ;	F200

Beräkningen har gett följande resultat:

Totalt levererad/köpt energi ¹ ;	246691 kWh/år
varav elenergi;	72303 kWh/år
Energianvändning ² ;	202981 kWh/år
varav fjärrvärme;	174388 kWh/år

Byggnadens primärenergital ^{2,3};	119 kWh/m² per år
Kravnivå enligt BBR 29 (BFS 2020:4);	75 kWh/m ² per år
Energiklass enligt BED 10 (BFS 2018:11);	E
Specifik energianvändning enligt BBR 24;	139 kWh/m ² per år
Installerad märkeffekt ⁴;	0,0 kW
Kravnivå enligt BBR 29 (BFS 2020:4);	37,7 kW



- 1) Avser endast den beräknade byggnadens energianvändning, inte hela fastighetens energianvändning.
- 2) Exklusive hushållsel, men inklusive drifvel för fläktar, pumpar, etc.
- 3) För beräkning av färdigställd byggnad är detta också värdet för energideklarering av dess energianvändning enligt BED 10 (BFS 2007:4 t.o.m. BFS 2018:11).
Beräkningen har skett med marginal för variationer i tillverkningsprocess och variationer i "normalt brukande".
Vid en energimedveten användning bör verklig energianvändning kunna bli 10-20 % lägre än beräknat.
Vid ett energislösande beteende kan verklig energianvändning istället bli 10-20 % högre, eller mer.
- 4) Summan av installerade effekter för uppvärmning och varmvatten, exklusive effekt till fläktar och cirkulationspumpar för värmdistribution. Får vara maximalt 10 W/m² A_{temp} i icke-elvärt hus.

Beräkningen har gjorts med beräkningshjälpmedel som framtagits av RISE, Research Institutes of Sweden på uppdrag av TMF, Trä- och Möbelföretagen, för trähustillverkande medlemmar inom TMF. Beräkningshjälpmedlet är i huvudsak baserat på SS-EN ISO 52016-1:2017 men med anpassning av defaultvärden till svenska förhållanden. Indata är i tillämpliga delar baserade på provningsresultat från EN-standarder för respektive typ av installation (EN-14511, EN-1148, EN-1151, EN-13141-3, -4, -7)



Beräkningen har gjorts av: Per Wickman
Energirevisor ERW AB
2022-03-14



TMF Energi version 9.2 flb

Eventuella kommentarer:

Befintligt hus med gamla FTX

Bilaga 5. TMF Beräkning CASA R2 SMART

hus med fjärrvärme och FTX-ventilation

Data ifyllda av: **Per Wickman**
Förelag: **Energirevisor ERW AB**
Datum: **2022-03-14**

TMF Energi version 9.2 fib

Fritextruta/kommentarer:

Befintligt hus med nya FTX

INDATA		Typ av beräkning: Projekterad byggnad där alla färgmarkerade indata är projekterade värden.	
Allmänt		Värmeproduktion	FVC6000
Huslilverkare:	Öjaby fast	Värmeläckage inkl. VVC	2500 (W)
Husmodell:	Viggen		15,031 (kWh/m ² år)
Antal våningar:	3	varav intern värmeavgivning	100 (%)
Antal lägenheter:	17	Solvärme	nej SOL1000
Typ av lägenheter:	normala	Täckningsgrad, varmvatten	40 (%)
Beställningsnummer:	1	Täckningsgrad, värme	10 (%)
Ordernummer:	1	Q el cirk.pump, solvärme	200 (kWh/år)
Kommunklimator:	Växjö	Värmedistribution	
Geografisk justeringsfaktor:	1,0	A-klassade cirk.pumpar	nej
Fastighetsbeteckning:	Viggen 1	Pel cirk.pump, medel	266 (W)
Adress:			1,6 (kWh/m ² år)
Beställare:		Återkopplad reglering	nej
Brukande		Vattenburen golvvärme	0,0 (m ²)
Trum	21,0 (°C)	Energieffektiva blandare	ja
Personvärme, specifik	80 (W/person)	IMD av tappvarmvatten	nej
Närvarotid, medel	14 (h/dygn)	Ventilation	FTX100
Varmvattenanv. specifik	22,5 (kWh/(m ² år))	Antal FTX-aggregat	17 (st)
Antal personer	36,4 (st)	Eleffektiv ventilation	ja
Hushållsel	30 (kWh/(m ² år))	Pel fläktar, medel	452 (W)
Byggnad			2,7 (kWh/m ² år)
T _{luft, medel}	6,7 (°C)	Luftflöde, medel	388,5 (l/s)
Tidskonstant (τ)	92 (h)	varav via separat F-vent.	0,0 (l/s)
DVUT, aktuell	-13,1 (°C)	Spec. luftflöde, medel (q _{medel})	0,35 (l/s/m ²)
A _{temp}	1467,0 (m ²)	Normaldrift	
A _{garage}	0,0 (m ²)	Pel fläktar	688 (W)
A _{tot, total}	2165,0 (m ²)	Spec. luftflöde, inkl. garage	0,35 (l/s/m ²)
Byggnadens tyngd	tung	Spec. luftflöde, exkl. garage	0,35 (l/s/m ²)
U _m	0,690 (W/(K m ²))	Luftflöde	510,0 (l/s)
UA _{tot}	1277,4 (W/K)	SFP	1,2 (W/l/s)
Lufttäthet q ₅₀	0,55 (l/s m ²)	Reducerat flöde	ja
Avskärmning från vind	måttlig (-)	Frånvarotid	10 (h/dygn)
Passiv solinstrålning	normal (-)	Pel fläktar	262 (W)
Värmeeffektbehov, P _{tot}	50,30 (kW)	Spec. luftflöde	0,16 (l/s/m ²)
Spisfläktari-kåpor	F200	Luftflöde	218,6 (l/s)
Uleluftflöde, forcerat / lgh	40 (l/s)	Värmeåtervinning	
Drifttid	0,5 (h/dygn)	Nominellt flöde	35,0 (l/s)
		Temp.verkn.grad (+7 °C)	80,0 %
		Temp.verkn.grad (DVUT)	-3,0 °C
		Temp.verkn.grad (DVUT)	78,8 %
		Ingen eftervärmning	
		Solel	nej SOLEL 3
		Totalt levererad solel	0 (kWh/år)
		Andel reduktion energianv. BBR 29	0,0 (%)
		Direktelvärm, komplement	
		Elektrisk för-/eftervärme FTX	0 (kWh/år)
		märkeffekt förvärme FTX	0 (W)
		märkeffekt eftervärme FTX	0 (W)
		Elektriska handdukstorkar	0 st
		årlig energianvändning	0 (kWh/år)
		märkeffekt handdukstorkar	0 (W)
		Komfortgolvvärme (ef)	0 st
		årlig energianvändning	0 (kWh/år)
		märkeffekt komfortgolvvärme	0 (W)
		Märkeffekt direktelvärm, totalt	0 (W)
		Ingen kyla	0 (kWh/år)
		Övrig fastighetsel	4600 (kWh/år)
		varav intern värmeavgivning	80 (%)
		UTDATA	
		E hushållsel	43710 (kWh/år)
		E ut värmesystem	112240 (kWh/år)
		E varmvattenanv.	32783 (kWh/år)
		E värmeläckage VVC	21900 (kWh/år)
		E el fläktar	3961 (kWh/år)
		E el cirk.pump, värmedistr.	1663 (kWh/år)
		E el cirk.pump, solvärme	0 (kWh/år)
		E direktelvärm, komplement	0 (kWh/år)
		E el komfortkyla, totalt	0 (kWh/år)
		E övrig fastighetsel	4500 (kWh/år)
		E red. p.g.a. solel (exkl. hush.el)	0 (kWh/år)
		E köpt el (exkl. hushållsel)	10124 (kWh/år)
		E fjärrvärme+sol	166940 (kWh/år)
		E fjärrvärme	166940 (kWh/år)
		E köpt energi (exkl. hushållsel)	177064 (kWh/år)
		E köpt el totalt, netto	53834 (kWh/år)
		E köpt energi totalt, netto	220774 (kWh/år)
		E energianvändn. (exkl. hush.el)	177064 (kWh/år)
		E energianvändning, totalt	220774 (kWh/år)
		E energibesparing solvärme	0 (kWh/år)
		Primärenergital (EP_{tot})	92,7 (kWh/m ² /år)
		Kravnivå BBR 29 (BFS 2020:4)	75 (kWh/m ² /år)
		Energiklass BED 10 (BFS 2018:11)	D
		Specifik energianvändning (BBR 24)	121,5 (kWh/m ² /år)
		Installerad eleffekt, totalt	0,00 (kW)
		Kravnivå BBR 29 (BFS 2020:4)	37,68 (kW)

Beräkning av energianvändning och primärenergital för hus med fjärrvärme och FTX-ventilation

Typ av beräkning: Underlag till Byggnämnan. Beräkning av projekterad byggnads förväntade primärenergital enligt avsnitt 9.2 i Boverkets Byggregler BBR 29, baserat på normalt brukande under ett normalår enligt kapitel 2 i BEN 3, projekterade värden och bygghandlingar.

Beräkningen avser:

Husmodell:	Viggen
Antal våningar:	3
Antal lägenheter:	17
Beställningsnummer:	1
Ordernummer:	1
Kommun/klimatort:	Växjö
Geografisk justeringsfaktor:	1,0
Fastighetsbeteckning:	Viggen 1
Adress:	

Beställare:

För att uppfylla de krav som Boverkets byggregler ställer på energianvändningen, enligt avsnitt 9 i BBR 29 (BFS 2011:6 t.o.m. BFS 2019:2), har vid beräkningen följande indata använts för att representera "normalt brukande" enligt kapitel 2 i BEN 3 (BFS 2016:12 t.o.m. BFS 2018:5):

- inomhustemperatur;	21 °C, under uppvärmningssäsongen
- hushållsel;	30 kWh per m ² tempererad golvarea och år
- tappvarmvatten;	22,5 kWh per m ² tempererad golvarea och år
- personvärme;	80 W/person, närvarotid 14 h/dygn
- antal personer;	36,4 st
- närvarotid, medel;	14 h/dygn

För den aktuella byggnaden har bl.a. följande projekterade indata använts:

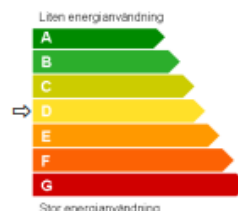
- tempererad golvarea;	1457 m ²	- energieffektiva blandare;	ja
- omslutande yta;	2165 m ²	- energieffektiv ventilation;	ja
- U _m -värde	0,59 (W/(K m ²))	- närvarostyrd ventilation;	ja
- lufttätthet;	0,55 (l/s m ²)	- medelluftflöde;	388,5 l/s

Vidare har fabrikantdata för följande installationer använts:

Fjärrvärmecentral typ;	FVC6000
Ventilationsaggregat typ;	FTX100
Spisfläktar/kåpor typ;	F200

Beräkningen har gett följande resultat:

Totalt levererad/köpt energi ¹ ;	220774 kWh/år
varav elenergi;	53834 kWh/år
Energianvändning ² ;	177064 kWh/år
varav fjärrvärme;	166940 kWh/år
Byggnadens primärenergital^{2,3};	93 kWh/m² per år
Kravnivå enligt BBR 29 (BFS 2020:4);	75 kWh/m ² per år
Energiklass enligt BED 10 (BFS 2018:11);	D
Specifik energianvändning enligt BBR 24;	122 kWh/m ² per år
Installerad märkeffekt⁴;	0,0 kW
Kravnivå enligt BBR 29 (BFS 2020:4);	37,7 kW



- 1) Avser endast den beräknade byggnadens energianvändning, inte hela fastighetens energianvändning.
- 2) Exklusive hushållsel, men inklusive drifvel för fläktar, pumpar, etc.
- 3) För beräkning av färdigställd byggnad är detta också värdet för energideklarering av dess energianvändning enligt BED 10 (BFS 2007:4 t.o.m. BFS 2018:11). Beräkningen har skett med marginal för variationer i tillverkningsprocess och variationer i "normalt brukande". Vid en energimedveten användning bör verklig energianvändning kunna bli 10-20 % lägre än beräknat. Vid ett energislösande beteende kan verklig energianvändning istället bli 10-20 % högre, eller mer.
- 4) Summan av installerade effekter för uppvärmning och varmvatten, exklusive effekt till fläktar och cirkulationspumpar för värmefördelning. Får vara maximalt 10 W/m² A_{avg} i icke-elvärmat hus.

Beräkningen har gjorts med beräkningshjälpmedel som framtagits av RISE, Research Institutes of Sweden på uppdrag av TMF, Trä- och Möbelföretagen, för trähustillverkande medlemmar inom TMF. Beräkningshjälpmedlet är i huvudsak baserat på SS-EN ISO 52016-1:2017 men med anpassning av defaultvärden till svenska förhållanden. Indata är i tillämpliga delar baserade på provningsresultat från EN-standarder för respektive typ av installation (EN-14511, EN-1148, EN-1151, EN-13141-3, -4, -7)



Beräkningen har gjorts av: Per Wickman
Energirevisor ERW AB
2022-03-14



TMF Energi version 9.2 ffb

Eventuella kommentarer:

Befintligt hus med nya FTX