



Affärsmodeller för energieffektiva kvarter med livsmedelsbutik



Affärsmodeller för energieffektiva kvarter med livsmedelsbutik

- Vem ska ta initiativet i kvarteret?

Anna-Lena Lane RISE

Sofia Stensson RISE



Energimyndighetens projektnummer: 41837-1

E2B2



Förord

E2B2 Forskning och innovation för energieffektivt byggande och boende är ett program där akademi och näringsliv samverkar för att utveckla ny kunskap, teknik, produkter och tjänster.

I Sverige står bebyggelsen för cirka 35 procent av energianvändningen och det är en samhällsutmaning att åstadkomma verklig energieffektivisering så att vi ska kunna nå våra nationella mål inom klimat och miljö. I E2B2 bidrar vi till energieffektivisering inom byggande och boende på flera sätt. Vi säkerställer långsiktig kompetensförsörjning i form av kunniga människor. Vi bygger ny kunskap i form av nyskapande forskningsprojekt. Vi utvecklar teknik, produkter och tjänster och vi visar att de fungerar i verkligheten.

I programmet samverkar över 200 byggherren, fastighetsbolag, materialleverantörer, installationsleverantörer, energiföretag, teknik konsulter, arkitekter etcetera med akademi, institut och andra experter. Tillsammans skapar vi nytta av den kunskap som tas fram i programmet.

Affärsmodeller och energioptimering i kvarter med livsmedelsbutik är ett av projekten som har genomförts i programmet med hjälp av statligt stöd från Energimyndigheten. Det har letts av Rise Research Institutes Of Sweden AB och har genomförts i samverkan med Brännö Handel AB och Stiftelsen för kunskaps- & kompetensutveckling.

Projektet har tagit fram affärsmodeller och tekniska lösningar för energioptimering av ett kvarter med en livsmedelsbutik. Affärsmodellerna har utgått från olika ägandeförhållanden och har haft som mål att hitta vinn-vinn-situationer för alla inblandade. Projektet har även undersökt energibesparingspotentialen och hur energieffektiva lösningar för kvarter kan motiveras för beställare, arkitekter och installatörer.

Stockholm, 18 mars 2019

Anne Grete Hestnes,

Ordförande i E2B2

Professor vid Tekniskt-Naturvetenskapliga Universitet i Trondheim, Norge

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att E2B2 har tagit ställning till innehållet.



Sammanfattning

Livsmedelsbutiker genererar spillvärme från livsmedelskylan. Idag kan butiker använda delar av spillvärmens värme för att värma upp sina egna lokaler, men största delen kyls ofta bort via kylmedelskylare på taket. Vi har inom projektet genomfört teoretiska beräkningar på timbasis för att utreda möjligheterna för att använda resterande spillvärme för uppvärmning i andra byggnader. Vi har utvärderat två olika kvarter, ett befintligt i stadsmiljö och ett som ska byggas i skärgården. Vidare har vi illustrerat en modell för hur de nya affärsmodellerna kan analyseras ur livsmedelsbutikens och andra aktörers perspektiv. Resultaten visar att det finns en potential att spillvärmens värme från livsmedelsbutikerna kan täcka en betydande del av andra fastigheters uppvärmningsbehov. I vårt fall var dessa fastigheter flerbostadshus med lokaler i bottenplan. Dock kunde spillvärmens värme inte täcka hela uppvärmningsbehovet utan tillskottsvärme behövdes fortfarande. Våra kvantitativa resultat gäller enbart för det studerade kvarteret och är inte allmängiltigt utan analysen måste göras för respektive kvarterskonstellation där aktörerna önskar utbyta energi med varandra. Det resultat som visas är att det finns en potential som gör analysen värd att genomföra. Nästa steg består dels i fortsatt teknikutveckling kopplat till lågtemperaturssystem, som ger ökade förutsättningar för att tillvarata spillvärme. Ökad kunskap om möjligheterna att energioptimera på kvartersnivå måste också spridas bland butiksägare, fastighetsägare, konsulter, kommuner och arkitekter.

Nyckelord: Affärsmodeller, energieffektiva kvarter, energieffektiva livsmedelsbutiker, energisystem, solex



Summary

Supermarkets generate waste heat from the refrigeration. Today, supermarkets can use part of this waste heat for heating of their own building, but most of it is cooled off via dry coolers on the roof. Therefore, we have, carried out theoretical calculations on an hourly basis to investigate the possibilities of using the remaining waste heat for heating of other buildings. We have evaluated two different blocks, one existing in an urban environment and one that will be built in the archipelago. Furthermore, we have illustrated a model for how the new business models can be analyzed from the perspective of the supermarket and other actors. The results show that, for our case study, there is a potential that the waste heat from the supermarket can cover a significant share of the heating needs of other buildings. In our case, these buildings were multi-family houses with commercial areas on the ground floor. However, the waste heat could not cover the entire heating requirement without additional heat still needed. Our quantitative results apply only to the studied neighborhood and are not universal, meaning that the analysis must be repeated for each neighborhood where the actors involved wish to exchange energy with each other. The results from this project show that there is an energy saving potential making such analysis worthwhile. The next step is to further continue the technology development regarding low temperature systems, which can enable higher utilization of waste heat. Increased knowledge on the possibilities for energy optimization on block/neighborhood level must also be spread among supermarket owners, property owners, consultants, municipalities and architects.

Keywords: Business models, energy efficient blocks/neighborhoods, energy efficient supermarkets, energy systems, photo voltaic.



INNEHÅLL

1	INLEDNING	7
2	GENOMFÖRANDE	10
3	RESULTAT	11
3.1	TEKNISK POTENTIAL FÖR ENERGIEFFEKTIVISERING AV KVARTER	11
3.1.1	FALLSTUDIE 1 BEFINTLIG BUTIK MED VÄRMEÅTERVINNING TILL KVARTER	11
3.1.2	FALLSTUDIE 2 GLESBYGDSBUTIK	11
3.2	AFFÄRSMODELLER FÖR TOTALOPTIMERING AV KVARTER	18
3.2.1	LIVSMEDELSBUTIKENS PERSPEKTIV	18
3.2.2	ANDRA AKTÖRERS PERSPEKTIV	19
4	DISKUSSION	20
5	PUBLIKATIONSLISTA	22
6	REFERENSER	23
	BILAGOR	24



1 Inledning

Skulle man kunna minska den totala energianvändningen om man samarbetade i ett kvarter och tog vara på energi- och värmeöverskott lokalt? Hur ser energibalansen ut? Vilka tekniska möjligheter finns det att skapa ett energieffektivt kvarter? Om det finns energi att spara och tekniska möjligheter att genomföra energieffektiviseringen, hur blir den möjlig ur ett affärsmässigt perspektiv när det finns olika ägare, hyresgäster och verksamheter i kvarteret? Finns det affärsmodeller som är attraktiva för aktörerna? Vilka hinder finns för att introducera både teknik och affärsmodeller? För att belysa dessa frågor har vi dels undersökt ett kvarter under planprocessen där det finns en livsmedelsbutik samt två byggnader med bostäder och lokaler i bottenplan, samt tittat på en befintlig livsmedelsbutik där man återvinner värme till den egna butiken, men är intresserade av att den ska räcka till fler.

Potentialen för energieffektivisering i befintlig bebyggelse har tidigare undersökts ur livsmedelsbutikens perspektiv. I dessa studier har man påvisat en teknisk potential och tekniska möjligheter, men också stött på de hinder som relaterar till affärsmodeller när det är flera ägare och hyresgäster med verksamheter inblandade (Rolfman et al, 2015; Rolfman 2013). För att öka kunskapen om hur dessa hinder skulle kunna överbryggas så har vi inom detta projekt jobbat med en aktör som planerat att bygga både en livsmedelsbutik samt två flerbostadshus med lokaler i bottenvåningen. Eftersom aktören kommer att bygga, äga och förvalta alla tre verksamheter (livsmedelsbutik, lokal och flerbostadshus) finns incitament att optimera fastigheterna ur ett kvartersperspektiv istället för ett byggnadsperspektiv. Projektet har tagit fram teoretiska beräkningar och analyser som ger underlag inför den kommande projekteringen. Detta har därför gett oss ny kunskap om energiflödena i ett kvarter som har en integrerad systemlösning. Hur dessa energiflöden fördelar sig mellan de olika verksamheterna ger en grund för att utveckla nya affärsmodeller där olika aktörer är inblandade.

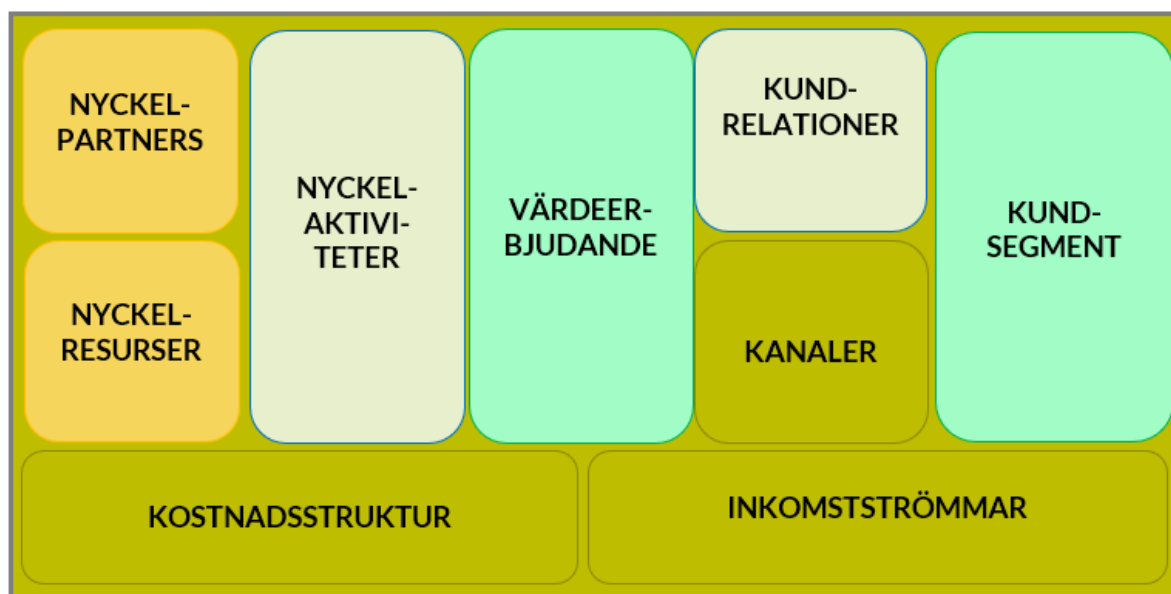
I detta projektet vill vi ta fram ett exempel för att visa på de tekniska möjligheterna och energivinsterna av att optimera energisystem på kvartersnivå. Samtidigt visar vi på grunderna i hur affärsmodeller kan utvecklas för att göra utbytet möjligt. På så vis kan energieffektivisering och miljövinster uppnås i samhället.

I projektet finns två olika perspektiv som ska mötas. Det första är kravet om att kvarteret ska vara energieffektivt. Det andra är kravet på affärsmodeller där den tekniskt energieffektiva lösningen också blir ekonomiskt lönsam för alla parter i kvarteret. Detta innebär att man behöver hitta hållbara affärsmodeller (Boons & Lüdeke-Freund, 2013; Bocken et al, 2014). Vad är en affärsmodell? En affärsmodell beskriver det rationella i hur en organisation skapar, levererar och fångar värde. *Business model canvas* är ett verktyg som används för att beskriva, designa, välja, förbättra, eller utveckla en affärsmodell för ett specifikt företag eller organisation (Osterwalder et al, 2010). Modellen består av nio olika block som beskriver hur affärsmodellen fungerar, se figur 1.

Det centrala i modellen är värdeerbjudandet som ett företag erbjuder till sina kunder. Det kan vara en eller flera tjänster eller produkter. För att värdeerbjudandet ska nå kunderna behöver de övriga blocken fungera. Till vänster i bilden beskrivs det företaget behöver ha tillgång till och till höger beskrivs interaktionen med kunderna. Grunden i affärsmodellen är relationen och interagerandet



mellan företag och kund. Det behöver också finnas en balans och oftast ett överskott mellan inkomstströmmar och kostnadsstruktur för att företaget ska kunna fortleva.



Figur 1. Business Model Canvas.

Tabell 1. De olika blocken i Business model Canvas (Osterwalder et al, 2010)

Block	Beskrivning
Kundsegment	De olika typer, segment, av kunder som ett företag har en relation till
Värdeerbjudande	Ett företag försöker förstå kundernas problem och tillfredsställa deras behov genom sitt värdeerbjudande
Kanaler	Det sätt eller kanaler som värdeerbjudandet levereras till kunderna
Kundrelationer	Hur företaget skapar och upprätthåller relationer till sina kundsegment
Inkomstströmmar	Hur företaget får betalt för sitt värdeerbjudande
Nyckelresurser	De resurser som krävs för att kunna erbjuda och leverera företagets värdeerbjudande
Nyckelaktiviteter	De aktiviteter, saker som måste göras, för att kunna erbjuda och leverera värdeerbjudandet
Nyckel partners	Samarbetspartners, leverantörer som krävs för att kunna erbjuda och leverera värdeerbjudandet
Kostnadsstruktur	De kostnader företaget har för att kunna erbjuda och leverera värdeerbjudandet



Projektet hade följande effektmål (vad projektet ska bidra till) och projektmål (vad som ska uppnås inom projektet):

Effektmål

- A. Ökad kunskap om potentialen i att se på helheten redan vid projektering hos fastighetsägare, butiksägare, arkitekter och installatörer för att identifiera de mest energi- och kostnadseffektiva lösningarna.
- B. Att ändamålsenliga, effektiva affärsmodeller för energiutbyte mellan fastigheter och/eller verksamheter som livsmedelsbutiker implementeras.

Projektmål

1. Kvantifierad potential för energieffektivisering när systemgränsen sätts till en hel fastighet eller ett kvarter där flera ägare och hyresgäster med verksamheter, lokaler och boende finns.
2. Minst tre olika förslag på ändamålsenliga affärsmodeller baserade på en totaloptimering av fastigheten eller kvarteret, där alla ingående parter får en vinn-vinn-situation.
3. Kunskap om potentialen i att se på helheten har ökat hos ägare av fastigheter och livsmedelsbutiken, samt hos arkitekt och konsulter inblandade i projekteringen av den aktuella butiken.
4. Ökad kännedom om viktiga faktorer för att tekniska lösningar och affärsmodeller baserad på optimering av hela fastigheten/kvarteret ska komma till stånd.

Projektet har genomförts av RISE tillsammans med Högskolan i Gävle. Dessutom har GAJD arkitekter, Brännö Handel och Citybutikerna i Borås medverkat.



2 Genomförande

I projektet har RISE genomfört en litteraturstudie med fokus på hållbara affärsmodeller, energieffektiva kvarter och livsmedelsbutiker. RISE har också genomfört två fallstudier av kvarter.

Enligt projektplanen ska RISE följa projekterings- och byggprocessen för ett kvarter som ska utvecklas på en obebyggd tomt i skärgården. Kvarteret ska bestå av en livsmedelsbutik och två flerbostadshus med lokaler i bottenplan. Dock kunde byggnationen av kvarteret inte följa tidsplanen på grund av fördröjningar med plan- och bygglovsprocessen. Dessa yttre omständigheter gjorde att vi fick göra vissa justeringar i projektgenomförandet när byggprocessen avstannade. Vi allokerade istället mer resurser på att genomföra teoretiska beräkningar inför kommande projektering. Dessutom, för att få mer underlag till de teoretiska beräkningarna, inkluderade vi ett befintligt kvarter som ytterligare en fallstudie. Vi baserar därför våra resultat och analys utifrån data kring två olika kvarter, ett befintligt kvarter (fallstudie 1) och skärgårdskvarteret (fallstudie 2) som ska byggas.

I fallstudie 1 var butiksägaren intresserad av möjligheterna att leverera värme till det intilliggande kvarteret som hen nyligen blivit ägare till. RISE genomförde platsbesök, studerade mätdata och dokumentation från anläggningen för att undersöka om spillvärmerna från butiken kunde räcka till fler.

För det planerade skärgårdskvarteret i fallstudie 2 gjorde Högskolan i Gävle modeller i energiberäkningsprogrammet IDA för de olika byggnaderna. Dessa modeller baserades på en förstudieskiss som tagits fram under arbetet med planprocessen. Utgångspunkten för modellerna var att uppfylla energikraven i BBR. RISE har kompletterat modellerna med beräkningar för butikskyla, baserade på inredningslayout och fabrikantdata för kyldiskar. En sammanställning av överskott och behov mellan byggnaderna på både års- och timbasis har gjorts för att studera kvarteret. RISE har även tagit fram affärsmodellerna för fallstudien.

Vi hade även ett samarbete med arkitekten för att diskutera olika frågeställningar i detta skede. Resultaten från vår studie har rapporterats till byggprojektet som underlag inför kommande detaljprojektering.



3 Resultat

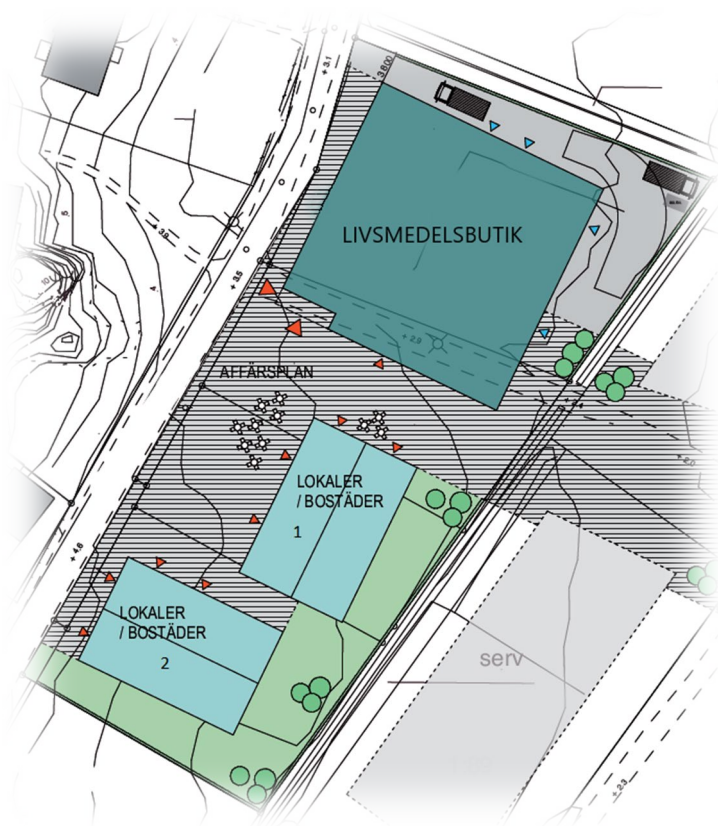
3.1 Teknisk potential för energieffektivisering av kvarter

3.1.1 Fallstudie 1 Befintlig butik med värmeåtervinning till kvarter

I fallstudie 1 var målet att undersöka en befintlig anläggning för värmeåtervinning från livsmedelsbutik. Vår ena samarbetspartner har tre butiker som vi utgick ifrån och tittade grovt på mätdata. Vi valde ut en där vi undersökte systemlösning och mätdata mer noggrant. I butiken hade man installerat en värmepump-anläggning som använder överskottsvärmen från butikskylan som värmekälla för att höja temperaturen till värmesystem och varmvatten. Installation finns beskriven i ett tidigare projekt (Rolfman et al, 2014). Nu hade vi möjlighet att se på mätdata för en längre period efter installationen. Vi såg en tydligt minskad energianvändning både för fjärrvärme och el i butiken efter installationen, där värmeåtervinningen är en stor del av förklaringen. Fjärrvärmeanvändningen har minskat påtagligt, men även elanvändningen. Injusteringar och förbättringar hade gjorts i styrningen av systemen som också kunde utläsas i minskad fjärrvärmeanvändning. Det finns fler energieffektiviseringsåtgärder gjorda i butiken. Vi har dock inte haft underlag för att särskilja effekter av de enskilda åtgärderna. På frågan om det finns kapacitet över kunde vi inte verifiera detta fullt ut eftersom nödvändig mätutrustning inte var installerad för att mäta den totala överskottsvärmen från butikskylan. Men drifttiderna för anläggningen tyder på att det finns mer kapacitet. Sammanvägt med de beräkningsresultat som presenteras senare för fallstudie 2, kan man säga att det finns potential, framförallt för behov under vår och höst, samt till varmvatten under sommaren. Det fanns också mätningar som visade att det bör finnas ytterligare förbättringspotential för värmepump-anläggningens prestanda.

3.1.2 Fallstudie 2 Glesbygdsbutik

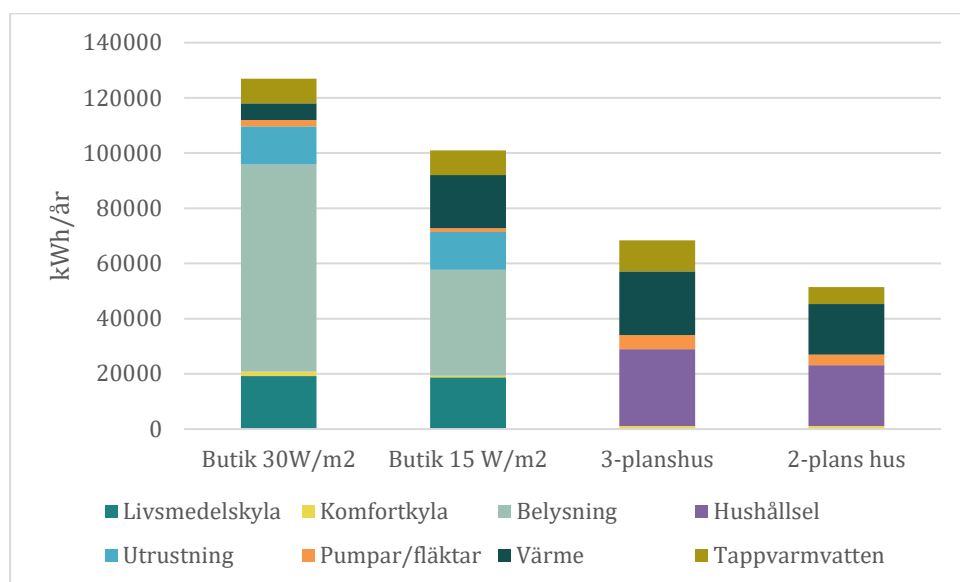
I vår andra fallstudie har vi gjort energiberäkningar för ett planerat kvarter med livsmedelsbutik. På bilden i figur 2 syns hur man planerar att använda tomten. Det ska finnas en livsmedelsbutik, samt två byggnader med bostäder och lokaler. I detta skede är byggnaderna planerade till yta och volym. Butiken är ett plan och de två andra byggnaderna är tänkta att ha två eller tre plan, där bottenvåningen innehåller lokaler.



Figur 2. Layout för kvarteret, norr är uppåt i figuren.

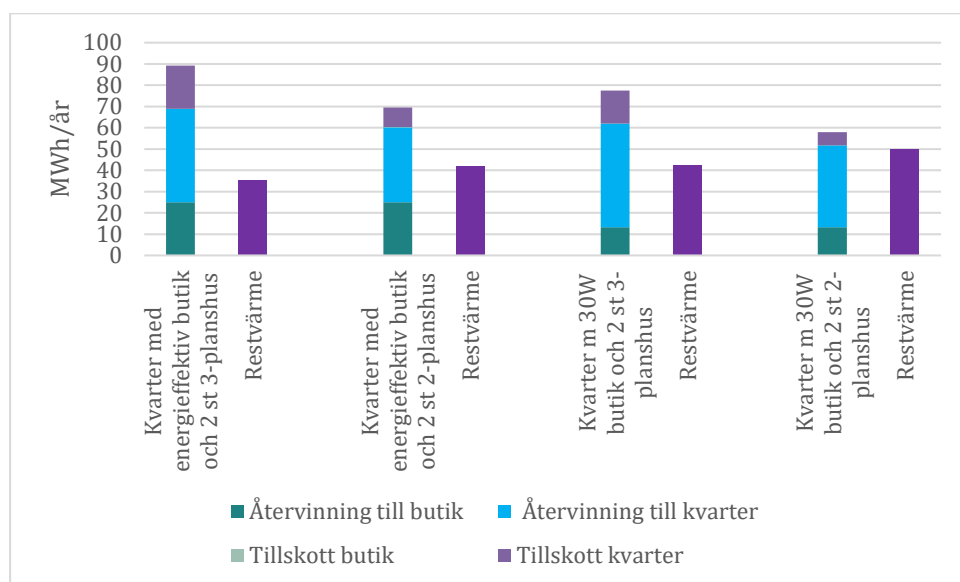
Baserat på detta har vi gjort beräkningsmodeller i energiberäkningsprogrammet där vi mer detaljerat utformat byggnaderna för att klara energikraven i BBR. Det innebär att en rad antaganden har gjorts för materialval, fönsterutformning mm. Simuleringarna har gjorts separat för livsmedelsbutiken och för de intilliggande byggnaderna. Vi har gjort simuleringar för både två och tre-plans alternativen för de byggnaderna med bostäder och lokaler. Dessa är likadana, förutom placeringen.

För butiken har vi tittat på två nivåer av energieffektivitet när det gäller belysning och internlast (15 respektive 30 W/m²). Den totala energianvändningen för de olika byggnaderna med dessa alternativ visas i diagrammet i figur 3.



Figur 3. I diagrammet visas det totala energibehovet per år för de olika beräkningarna för butiken och de intilliggande husen. För mer detaljer om beräkningen se bilaga 1.

Från IDA-beräkningen har energianvändningen vid varje hel timme för alla energibehov däribland värmeöverskott från livsmedelskyla och värmebehov i livsmedelsbutiken och de andra byggnaderna tagits fram. Värmeöverskottet till kvarteret har med hjälp av dessa värden beräknats för varje hel timme under ett helt år. Både alternativet att anta att kondensorvärmens kan användas direkt, samt att använda en värmepump för att höja temperaturerna undersöktes. För att få bättre täckningsgrad och funktion har vi valt att tillämpa alternativet med värmepump i den vidare analysen för både butiken och kvarteret. Det resterande överskottet har sedan, på timbasis, jämförts med värmebehoven i de övriga byggnaderna. Resultatet ger täckningsgrad, behov av tillskottsvärme samt hur mycket kondensorvärme som går till spillo eller måste göras av med på annat sätt. Beräkningen har gjorts för de två nivåerna av energieffektivitet i butiken (15 respektive 30 W/m²) samt för alternativen 2-respektive 3-planshus i kvarteret. I diagrammet i figur 4 visas resultatet när värmepump används för att återvinna värme.

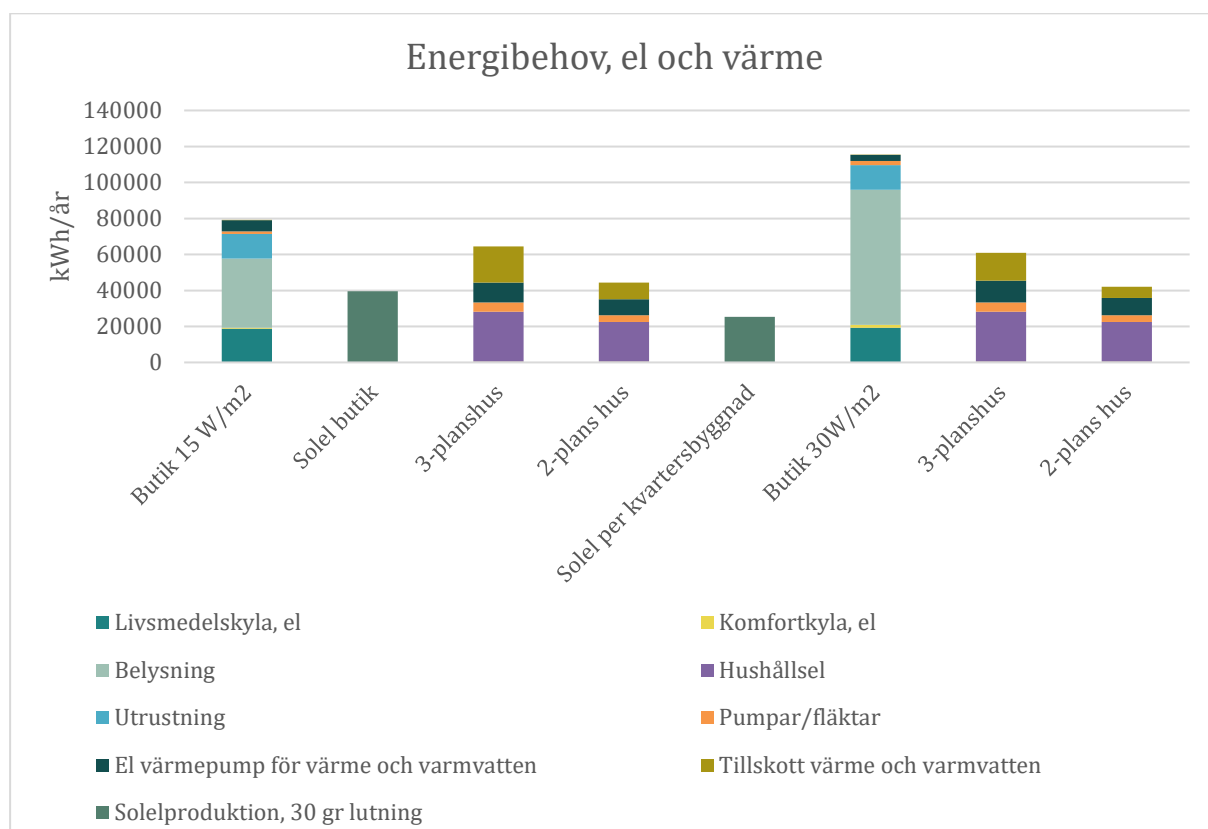


Figur 4. Diagrammet visar hur kondensorvärmern från butiken kan användas med hjälp av värmepump, samt hur mycket tillskott som behövs och vad som behöver göras av med på annat sätt för två olika nivåer av energieffektivitet i butiken, samt för två olika storlekar på kvarteret.

Figur 4 visar att restvärmen, det vill säga den värme som inte kan återanvändas i varken butiken eller kvarteret, blir minst med en så energieffektiv butik som möjligt (15 W/m^2) och ett större kvarter. Det behövs dock ett större tillskott av annan värme i detta fall eftersom överskottsvärmen främst värmer butiken och mindre kan gå till kvarteret på årsbasis. "Tillskott butik" är nära noll vilket betyder att butiken klarar sitt eget värmebehov året runt genom att återvinna kondensvärmen med en värmepump. För att värmen ska bli tillgänglig både i butiken och i kvarteret behövs el till värmepump, samt distributionspumpar, i diagrammet ovan syns inte denna energi utan det visas längre ner i figur 5. I butiken minskar elanvändningen till pumpar och kondensorfläktar för att bli av med överskottet vid energieffektiv butik. Denna minskning har dock inte beräknats, eftersom det kräver projekteringsunderlag. Detta sammantaget gör att vidare analys sker utifrån scenariot med energieffektiv butik (15 W/m^2) och två 3-planshus.

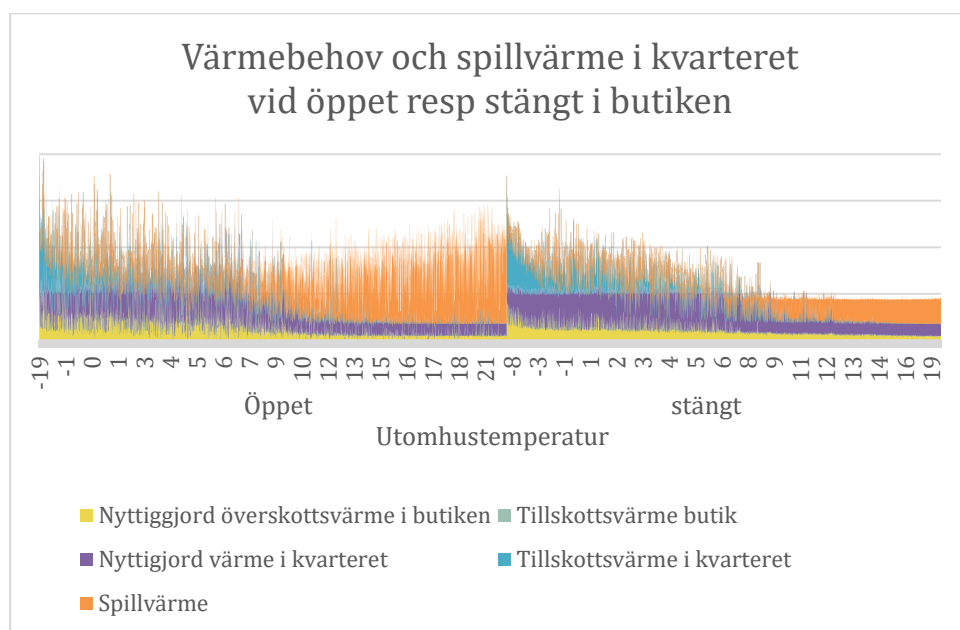
Vid projektering behöver man jämföra energigång med alternativa sätt att förse byggnaderna i kvarteret med värme. För fallstudie 2 som ligger utanför fjärrvärmeområdet är bergvärme ett rimligt alternativ. För att få en energivinst krävs bättre verkningsgrad för värmepumpen när man använder spillvärmen. Detta är teoretiskt rimligt, eftersom värmen från butikskylan har en högre temperatur än borrhål brukar ha. I praktiken såg vi dock i fallstudie 1 att så inte var fallet. Här behöver optimering och tekniska funktioner säkerställas.

Om kvarteret istället återfinns i ett fjärrvärmeområde, får man jämföra elanvändningen till värmepumpen med fjärrvärme. I diagrammet i figur 5 har vi beräknat el till värmepump samt resterande värmebehov. I diagrammet redovisas även möjligheter till elproduktion via solceller. Denna beräkning är gjord i IDA för taktytor med huvudriktning söder och öster enligt layouten för kvarteret.



Figur 5. I diagrammet visas energianvändning för byggnaderna i kvarteret med återvinning via värmepump. Elen till värmepumpen är fördelad på respektive byggnad. De första staplarna visar alternativet energieffektiv butik med internlast 15 W/m² och de sista staplarna visar kvarterets byggnader med en butik med internlast 30 W/m². Möjlighet till solelproduktion på de olika taken finns också redovisat i diagrammet.

Oavsett vilket geografiskt område man finns i behövs en teknisk lösning för att värma byggnaderna när överskottet inte räcker till. I diagrammet i figur 6 framgår det att detta börjar inträffa när det är kallare än ca 6°C utomhus, både vid öppen och stängd butik. Här visas hur täckningsgraden ser ut på timbasis för alternativet med den energieffektivaste butiken (15 W/m²) och två stycken treplansbyggnader i kvarteret. Timvärdena har sorterats efter utomhustemperatur, samt om butiken är öppen eller stängd.



Figur 6. I diagrammet visas timvärden för hur spillvärmen från butiken nyttiggörs i butiken samt övriga byggnader. Timvärdena är grupperade för öppen respektive stängd butik och sedan sorterade på utomhustemperatur. Behov av tillskottsvärme och spillvärme som behöver kylas bort syns också. Butiken är den energieffektivaste lösningen (internlast 15W/m²) och det är två 3-plansbyggnader i kvarteret.

När man studerar diagrammet i figur 6, kan man se att överskottsvärmen kan ge ett värdefullt bidrag till kvarterets uppvärmningsbehov, både i butiken och de andra byggnaderna. Dock har butiken fortfarande ett behov av att bli av med överskottsvärme och de andra byggnaderna har behov av tillskottsvärme. Det är få timmar per år som butiken tar allt överskott själv. Detta gör att det fortfarande behövs en investering för tillskottsvärme och för att bli av med överskott (spillvärme). I projektet har vi inte simulerat ackumulering av värme (termisk energi) under året. Lagring kan ske genom tex ett borrhålslager. I diagrammet i figur 6 kan man se att det är något som är värt att undersöka vid projektering. Man bör då också undersöka vilken inverkan det kan få på de dimensionerande effektbehoven, vilket kan göra att investeringskostnader kan minska.

3.1.2.1 De tekniska lösningarna för energiutbyte i kvarteret

Det finns olika tekniska lösningar för att möjliggöra energiutbytet i kvarteret. En utgångspunkt är att man bygger ett kulvertnät mellan byggnaderna. Något som i praktiken även behövs i ett fjärrvärmeområde. Man kan tänka sig en lösning där man har en värmecentral med värmepumpar i livsmedelsbutiken och skickar ut färdig värme och varmvatten till de övriga byggnaderna. Alternativt kan man ha ett kallare kulvertnät där man skickar ut överskottsvärmen som sedan får tillvaratas i respektive byggnad med separata värmepumpar. Då finns det även en möjlighet för andra byggnader att leverera överskottsvärme. Att kombinera detta med ett borrhålslager är också värt att utvärdera. Det finns för- och nackdelar med båda lösningarna som får utredas vid varje installation. Om man har tillgång till spillvärme i flera av byggnaderna i nätet återvinns den främst lokalt, men vid överskott och behov i övriga byggnader kan det kalla nätet vara att föredra.



I de olika byggnaderna är det viktigt att välja lågtemperaturlösningar för uppvärmningen. Det gäller dimensionering av värmebatterier för uppvärmning av tilluft, radiatorer, fläktkonvektorer osv. När det gäller livsmedelsbutiken finns det mycket att göra för att energioptimera butiken (Rolfman, 2014). Vid beräkningarna i detta projekt har vi tex utgått ifrån att kyl- och frysdiskar har lock och dörrar samt att belysningen är energieffektiv och väl optimerad för att möta behovet i butiken.

Vi har nu beskrivit energimässiga och tekniska möjligheter för att optimera kvarteret. Då kommer nästa fråga; hur blir dessa möjliga? Här kommer behovet av bland annat affärsmodeller in i bilden. Det behövs en interaktion mellan tekniken och affärsmodellen. Att hitta affärsmodeller som gör det möjligt att återvinna energi inom ett kvarter är en utmaning. Den första utmaningen handlar om att utreda möjligheterna, på det sätt som vi visat ett exempel på, men som behöver fördjupas ytterligare vid en projektering. Vem ska betala investeringarna och ansvara för driftsäkerhet och underhåll? Sedan behövs ekonomiska avtal för själva energiutbytet. Har spillvärmens ett värde, eller är den en kostnad? Varför ska grannarna välja den integrerade lösningen framför att sköta sig själva? I nästa kapitel tar vi fram en modell för att komma vidare med analysen.

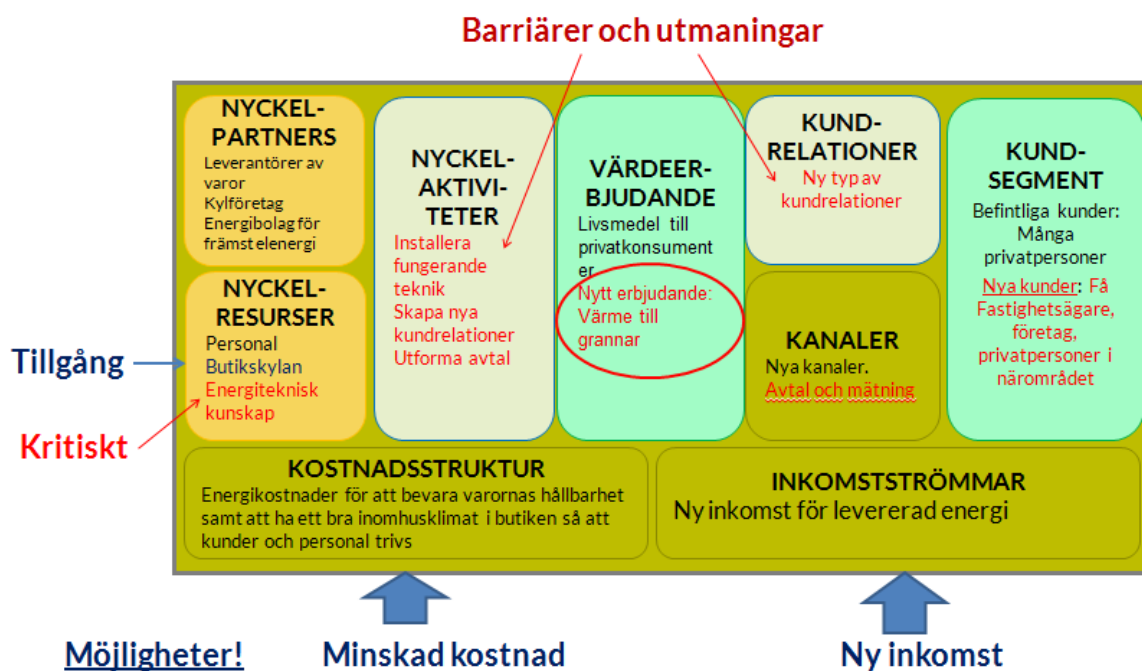


3.2 Affärsmodeller för totaloptimering av kvarter

Hur kan då en affärsmodell för att utbyta energi i kvarteret se ut? Här utgår vi från Business modell Canvas som beskrivits i kapitel 1 och de energitekniska lösningarna för ett energieffektivt kvarter. Målet har varit att beskriva affärsmodellen för att utbyta energi i kvarteret ur tre olika aktörers perspektiv. Vi har valt att fokusera på livsmedelsbutiken eftersom denna aktör ingått i projektet, men även andra aktörers perspektiv belyses.

3.2.1 Livsmedelsbutikens perspektiv

I affärsmodellen utgår vi från butikens vanliga värdeerbjudande till sina kunder och försöker beskriva skillnaderna ur olika aspekter. På detta sätt ser vi samtidigt hur utmaningarna för att implementera nya affärsmodeller ser ut.



Figur 7. Business Model Canvas för livsmedelsbutik som erbjuder värmeenergi till sina grannar.

I vår fallstudie 1 med den befintliga butiken har tekniska lösningar kommit till stånd för energiutbyte i kvarteret, åtminstone när man själv är ägare. Ägaren till butiken i fallstudie 1 har även en annan butik där man fått till stånd samma tekniska lösning, utan att äga fastigheten. En viktig förutsättning som identifierats i båda fallen är tekniskt intresse hos butikens ägare. Detta har varit en drivkraft för att använda och hitta viktiga nyckelpartners för att få till installationen tekniskt. Drivkraften har även räckt till att genomföra nödvändiga nyckelaktiviteter som avtal med bl.a. fastighetsägaren när man inte själv äger fastigheten.



I Canvas modellen kan man också se andra förutsättningar som krävs för att en butik ska ta initiativet till energiutbyte i kvarteret. Att ha energiteknisk kompetens själv eller via nyckelpartners är en central del för att initiera energiutbytet och göra spillvärmen till en resurs istället för ett avfall. Andra barriärer handlar om kundrelationer som skiljer sig från butikens vanliga värdeerbjudande. Butiken är van vid att sälja till många privatpersoner. Att sälja energi i kvarteret innebär ett fåtal möjliga kundrelationer som kräver ett närmare samarbete. Dessa kan vara både företag och privatpersoner. Man behöver hantera nyckelaktiviteter som handlar om att upprätta avtal och installera teknik. Avtalen berör energileverans och ansvar för drift. Projektering är en nyckelaktivitet som krävs både som underlag för investeringskalkyler och för genomförandet av installationen. I projektet har vi gjort en energianalys för fallstudie 2. Nästa steg är att ha tekniskt underlag så att man kan göra investeringskalkyler som underlag för prismodeller. Man behöver också titta på ansvarsgränser i systemet för att hantera drift- och underhåll.

3.2.2 *Andra aktörers perspektiv*

I projektet har livsmedelsbutiker medverkat som aktörer. Det finns andra som skulle kunna ta initiativet till att energioptimera kvarteret, men dessa har vi inte studerat närmare i det här projektet. Man kan använda Business Model Canvas som ett verktyg för att undersöka förutsättningarna för en annan aktör att leverera värdeerbjudandet "Säker och optimerad energianvändning för kvarteret". Några aktörer som man kan tänka sig är t.ex. fjärrvärmebolag, fastighetsägare eller en ny aktör som specialiserar sig på detta uppdrag. En lokal sammanslutning, "närvarmeförening" är ett initiativ man kan tänka sig i ett kvarter. En sådan sammanslutning kan även hantera andra frågor av gemensamt intresse.

I fallstudie 2 finns det ingen fjärrvärme tillgänglig, därför saknas relevans att blanda in den aspekten. Men i stora delar av det bebyggda samhället där liknande kvarter och byggnader finns är fjärrvärmenätet utbyggt. För fjärrvärmebolag handlar hindren och utmaningen om att man ofta har stora produktionsanläggningar och många små och några större kunder (Sandoff et al, 2013). Energiutbyte lokalt ses ofta som ett hot mot den egna affärsidén. Spillvärme används på många ställen, men då främst från stora industrikunder och vid höga temperaturer. I Canvasen innebär det att man i nuvarande affärsmodell inte har små värmeleverantörer som sina nyckelpartners utan dessa är enbart energikunder. Att växla perspektiv där nuvarande kunder kan vara både kunder och leverantörer (prosumers) kräver nya kundrelationer och affärsmodeller (Brange,2015).



4 Diskussion

Att minska den totala energianvändningen är viktigt för ett hållbart samhälle och energisystem, och kvarterslösningar skulle kunna minska suboptimeringar i samhället. Idag används onödigt mycket primärenergi, eftersom det inte finns en marknad och affärsmodeller för att utnyttja spillvärme. Allt för många tjänar för mycket pengar på att profitera på primärenergi. Vi börjar nu se att det utvecklas både marknader och teknik för att nyttja lågvärdig värme. Detta gör att vi måste börja tänka om i hur vi projekterar våra byggnaders energisystem och snarare optimera utifrån kvartersnivå, men på sikt även på stadsnivå. På EU-nivå finns det ett aktivt arbete kring detta, bland annat via ett initiativ från Bryssel om att 100 demonstrationer av "Positive Energy Blocks" skall genomföras i Europa. Det definieras som ett kluster av byggnader med minst tre olika verksamheter, som har olika lastprofiler och därmed aktivt kan utbyta energi mellan varandra.

I projektet har vi visat på teknisk potential för energioptimering av kvarter där man använder spillvärme lokalt. Att få till stånd dessa lösningar kräver att det finns ett ekonomiskt incitament för minst en aktör (troligen flera). Butiksägare, fastighetsägare, hyresgästen, fristående energibolag eller annan aktör måste kunna sälja något med vinst som någon annan vill betala för. Det kan vara så att den som köper energi, exempelvis hyresgästen, inte nödvändigtvis tjänar på detta rent ekonomiskt men det skulle kunna finnas andra incitament så som miljömedvetenhet.

Det finns fortfarande teknikutveckling kring lågtemperatursystem, exempelvis anpassning av värmepumpar för denna tillämpning. Dock finns grundtekniken redan idag för att energioptimera ett kvarter, men det måste göras specialanpassningar för de specifika förutsättningarna i varje enskilt kvarter. Idag finns det heller inte generella metoder eller verktyg för att enkelt göra "kvartersprojekteringen", då analysen blir relativt komplex. Den typ av energiberäkningar som vi har genomfört inom projektet är relativt dyr att genomföra och det krävs kompetens som inte alltid finns tillgänglig hos konsulten. Beställare och konsulter behöver ha en kunskap och förståelse för att frågan måste utredas redan tidigt i processen. Här finns det även ett uppdrag som skulle kunna ligga hos kommunen i att uppmana entreprenörer och markägare som söker bygglov till att prata med varandra och utreda möjligheterna att jobba tillsammans vid projekteringen av energisystemen. Kommunen skulle kunna uppmana och bidra till att denna diskussion kommer till stånd. Vidare är val av ingående komponenter och system viktiga att beakta tidigt i projekteringsprocessen för att optimeringen på kvartersnivå ska kunna erhållas.

Får arkitekter en ökad kunskap om möjligheterna som finns kring kvartersoptimering, så är de också en aktör som skulle kunna vara ambassadör och peka på möjligheterna med att optimera energin på kvartersnivå.

För att skapa fler energioptimerade kvarter där det finns spillvärmeresurser behövs både tekniska förbättringar, ökad kunskap bland aktörer och initiativtagare. Ett tekniskt utvecklingsarbete ligger i att optimera värmepumpar för denna tillämpning då dagens produkter inte fungerar optimalt vid så låga temperaturdifferenser. En annan studie skulle kunna handla om att undersöka hinder och drivkrafter för implementering av denna systemlösning bland olika aktörer. Även faktorer som



möjliggör en positiv samverkan kring energisystem kan undersökas. T.ex. skulle ett koncept som "Lokala värmeföreningar" kunna skapas på ett liknande sätt som det redan finns fiberföreningar.

För att öka kunskapen bland aktörerna behövs informationsspridning och eventuellt utbildning av vissa aktörer. Kommunerna är exempel på ytterligare en viktig aktör som skulle kunna spela en viktig roll i denna process. Här ser vi SKL som en tänkbar samarbetspart för att nå dem.

Frågan om säsongslagring av värme från sommaren till vintern skulle behöva utredas ytterligare i detta sammanhang. Stora mängder spillvärme sommartid skulle kunna lagras till vinterns värmebehov. Detta görs idag främst med borrhålslager och akviferer ofta för större fastigheter. Liknande system skulle kunna bidra till energioptimering på kvartersnivå.

Ett hållbarare energisystem och effektivare resursutnyttjande är de naturliga effekterna av projektets resultat, detta genom att ha ett större systemperspektiv.

Ökad samverkan inom kvarteren vilket kan bidra till en känsla av tillhörighet och samhörighet. Detta kan också skapa konflikter då flera aktörer behöver samarbeta och ha gemensam syn.

En negativ effekt kan bli att sårbarheten ökar då exempelvis bostadshus är beroende av en livsmedelsbutik för värmen. Här behövs en plan för reservanläggning och avtal som styr uppsägningstid för värmeleverans etc. Dessa aspekter har inte beaktats inom detta projekt men behöver studeras närmare.



5 Publikationslista

Reducing Energy Usage in Multi-family Housing, Ameen A., Cehlin M. (2019). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (EES) (ISSN: 1755-1315)

Ameen A., Cehlin M. Presenterades på 9th International Conference on Future Environment and Energy (ICFEE 2019) in Osaka, Japan, January 9-11, 2019.



6 Referenser

Bocken, N.M.P., Short, S. W, Rana, P., Evans, S. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, 65, 42-56.

Boons, F., Lüdeke-Freund, F. (2013). Business models for sustainable innovation: state-of-the-art and steps towards a research agenda. *Journal of Cleaner Production*, 45, 9-19. doi: 10.1016/j.jclepro.2012.07.007

Brange, L. (2015). Technical and Environmental Analysis of Prosumers in District Heating Networks. (Licentiate), Lund University

Osterwalder, A., Pigneur, Y., Clark, T. (2010). Business model generation. [Elektronisk resurs] : a handbook for visionaries, game changers, and challengers: Hoboken : John Wiley & Sons, 2010.

Rolfsman, L, Markusson, C., Borgqvist, M., Karlsson, P. (2014). Dörrar på öppna kyldiskar och anpassning av kylsystem i butik. Belivs.

Rolfsman, L. (2013). Incitamentsbaserade hyresavtal livsmedelslokal/fastighetsägare. Belivs.

Rolfsman, L., Markusson, C., Borgqvist M., Berg, J., Larsson, K., (2014). Värmeåtervinning med värmepump från livsmedelskylsystem i butik. Belivs.

Rosén, M., Borgqvist, M. (2015). Lönsamhetspotentialen för egenproducerad energi till livsmedelslokaler. Belivs.

Sandoff, B. R. A., Williamsson, H. S. J., Hansson, D. S. N., Holmberg, A. G. U., & Gunnarsson, T. S. A. (2013). Slutrapport för fjärrsynsprojektet Fjärrvärmens affärsmodeller.



Bilagor

Bilaga 1 Underlag för energiberäkningar

Bilaga 1 Underlag för energiberäkningar

Beräkningsmodellen

Separata beräkningsmodeller har gjorts i IDA ICE 4.8 för livsmedelsbutiken och för de intilliggande byggnaderna. Utgångspunkten för modellerna var att uppfylla energikraven i BBR. Simuleringarna är genomförda med normalårsklimatdata för Göteborg (Säve). Simuleringarna utfördes med tidsupplösningen 1 timme och toleransen 0.02.

Intilliggande byggnaderna

3D-vy samt planlösning av byggnaden visas i Figur 1. Byggnaden har två alternativt tre våningar. Bottenvåningen är planerad att innehålla ett område med kontor och en butik, medan 2:a och 3:e våningen används för lägenheter. Layouten för 2:a och 3:e våningen är identisk. U-värdena för byggnadskomponenterna visas i tabell 1. Generella indata som t.ex. geometri, utformning och verkningsgrader redovisas i Tabell 2.



Figur 1. 3D vy och planskiss av 3-plansbyggnaden

Tabell 1. U-värden samt köldbryggor

U-värden och köldbryggor	U-värde [W/(m ³ K)]
Ytterväggar	0.18
Tak	0.13
Grund	0.15
Fönster	1.2
Ytterdörr	1.2
Köldbryggor 3-plan ¹	56.4 W/K
Köldbryggor 2-plan ¹	47.2 W/K
Medel U-värde 3-plan ²	0.29
Medel U-värde 2-plan ²	0.28

¹ 20 % av totala transmissionsförlusten

² Inklusive köldbryggor

Tabell 2. Generella indata parametrar.

Parameter	Värde
Byggnadsvolym 3-plan	1826 m ³
Byggnadsvolym 2-plan	1302 m ³
Golvarea 3-plan	611 m ²
Golvarea 2-plan	410 m ²
Area klimatskal 3-plan (inkl. grund)	991 m ²
Area klimatskal 2-plan (inkl. grund)	817 m ²
Fönster/klimatskal 3-plan	6.9 %
Fönster/klimatskal 2-plan	5.8 %
Börvärde vinter	21°C
Börvärde kyl/frysrum	4°C/-22°C
Verkningsgrad VVX luftbehandling	70%
Specific Fan Power (SFP) ¹	1.8 [kW/(m ³ /s)]
Infiltration ¹	0.6 ACH @ 50 Pa
Wind profile ²	Ocean
Verkningsgrad solceller	15 %

¹ BBR (2018)

² ASHRAE (2017)

Inom Sveby-programmet ges anvisningar för brukarrelaterade indata vid beräkning av energianvändning för bostäder och kontorsbyggnader i anslutning till kraven i byggreglerna. Sveby-programmet syftar till att skapa en branschstandard för tolkning av de funktionskrav på energihushållning som finns i Boverkets Byggregler, BBR. Anvisningarna gäller därför vid ny- eller tillbyggnad av bostäder (flerbostadshus och småhus) och kontorsbyggnader och kan användas i tillämpliga delar vid andra typer av byggnader. Syftet med anvisningarna är att standardiserade indata om brukares inverkan ska användas för energiberäkningar och att beräkningsresultatet bättre

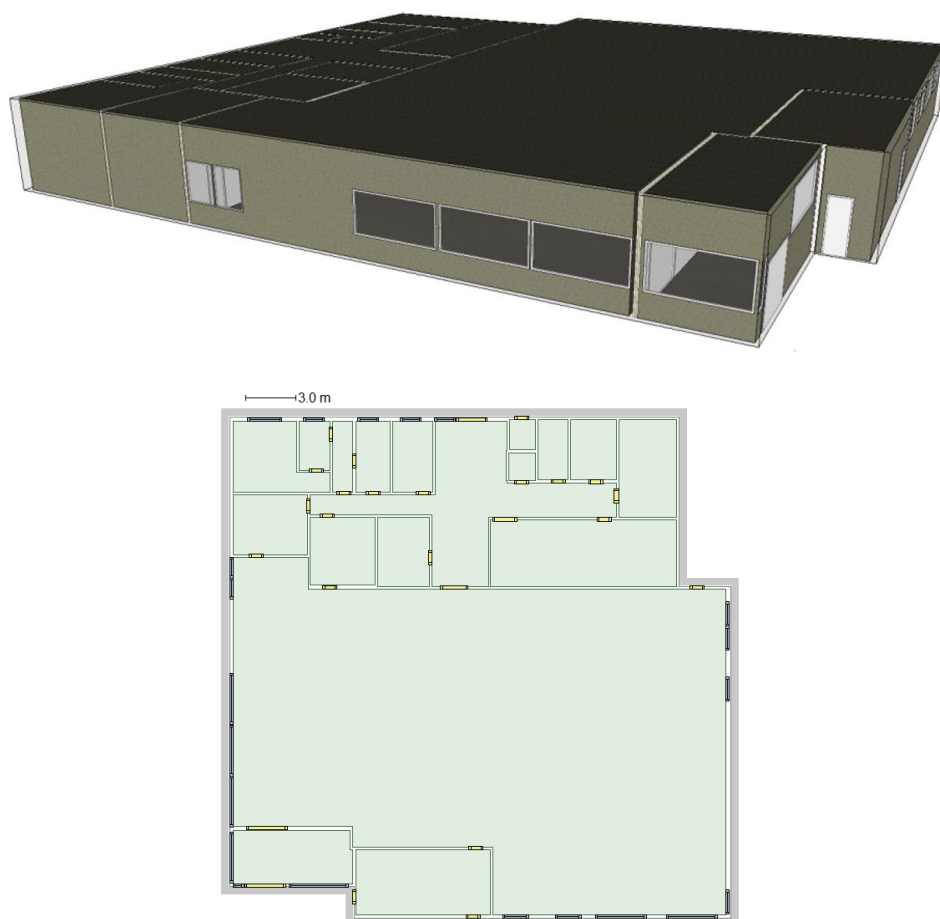
ska stämma överens med verkliga förhållanden. Tabell 3 redovisar brukarrelaterade indata till de intilliggande byggnaderna i denna studie.

Tabell 3. Brukarrelaterade indata (Sveby 2012, 2013)

Parameter	Värde	Drifttid
Ventilation, bostäder	25 l/s per lägenhet	Likformig
Ventilation, butik	3.0 l/sm ²	09-19 vardag, 09-15 helg
Ventilation, kontor	1.3 l/sm ²	07-19 vardag
Hushållsel bostäder	30 kWh/m ²	Likformig
Verksamhetsel butik, drift	45 W/m ²	10-18, vardag, 10-14 helg
Verksamhetsel butik, ej drift	0.5 kWh/m ²	Övrig tid
Verksamhetsel kontor, drift	19 W/m ²	08-17 vardag
Verksamhetsel kontor, ej drift	2 W/m ²	Övrig tid
Vädringsförluster	4 kWh/m ²	Likformig
Tappvarmvatten bostäder	25 kWh/m ²	Likformig
Tappvarmvatten butik och kontor	10 kWh/m ²	Likformig
Personer/våning, bostäder	4.68 st (375W)	17-07 alla dagar
Personer, butik (uppskattat)	3 st (300 W)	10-18, vardag, 10-14 helg
Personer, kontor	20 m ² /person (417 W)	08-17 vardag

Livsmedelsbutiken

3D-vy samt planlösning av livsmedelsbutiken visas i Figur 2. Byggnaden har endast ett våningsplan. U-värdena för byggnadskomponenterna visas i tabell 4.



Figur 2. 3D-vy och planskiss för livsmedelsbyggnaden

Tabell 4. U-värden samt köldbryggor

U-värden och köldbryggor	U-värde [$W/(m^2K)$]
Ytterväggar	0.18
Tak	0.13
Grund	0.15
Fönster	1.2
Ytterdörr	1.2
Köldbryggor ¹	95 W/K
Medel U-värde ²	0.23

¹ 20 % av totala transmissionsförlusten

² Inklusive köldbryggor

Generella indata samt brukarrelaterade indata för livsmedelsbutiken redovisas i Tabell 5 respektive Tabell 6. Två olika fall har studerats gällande belysning; 15 W/m² respektive 30 W/m². Ventilationen i försäljningsytan antas vara ett VAV system och är styrd av temperaturen i frånluften. Uppskattning har gjorts av antal personer samt kyldiskarnas förångningseffekt (funktion av ånghalt).

Tabell 5. Generella indata parametrar för livsmedelsbutiken.

Parameter	Värde
Byggnadsvolym	2902 m ³
Golvarea	806 m ²
Area klimatskal (inkl. grund)	2051 m ²
Fönster/klimatskal	2.9 %
Börvärde försäljningsyta öppet	18 – 23 °C
Börvärde försäljningsyta stängt	15°C (vinter)
Börvärde kontor, WC, mm	21 - 25 °C
Verkningsgrad VVX luftbehandling	70%
Specific Fan Power (SFP) ¹	1.8 [kW/(m ³ /s)]
Infiltration ¹	0.6 ACH @ 50 Pa
vindprofil ²	Ocean (ASHRAE 1993)
Verkningsgrad solceller	15 %

¹ BBR (2018)

² ASHRAE (2017)

Tabell 6. Brukarrelaterade indata för livsmedelsbutiken.

Parameter	Värde	Drifttid
Ventilation, försäljningsyta VAV (temp. styrd) ¹	0.5 -1.5 l/sm ²	09-20 vardag, 09-15 helg
Ventilation, kontor, wc mm. ¹	1.5 l/sm ²	09-20 vardag, 09-15 helg
Belysning/utrustning, fall 1	15 W/m ²	09-20 vardag, 09-15 helg
Belysning/utrustning, fall 2	30 W/m ²	09-20 vardag, 09-15 helg
Kyldiskar (förångareffekt)	4-18 kW	Funktion av ånghalten
Tappvarmvatten ¹	10 kWh/m ²	Likformig
Personer	6 st (600 W)	10-19 vardag, 10-14 helg

¹ Sveby (2012, 2013)

Referenser

Boverket (2018). *Konsoliderad version av Boverkets byggregler.*

https://www.boverket.se/contentassets/a9a584aa0e564c8998d079d752f6b76d/konsoliderad_bbr_2011-6.pdf.

Sveby (2013). *Brukarindata kontor Version 1.1.* Sveby.org.

Sveby (2012). *Brukarindata bostäder Version 1.0.* Sveby.org.

ASHRAE (2017) *ASHRAE Handbook -- Fundamentals (SI).* ASHRAE Handbook, Fundamentals.



Runt 35 procent av all energi i Sverige används i bebyggelsen. I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och samhällsaktörer tillsammans för att ta fram kunskap och metoder för att effektivisera energianvändningen och utveckla byggandet och boendet i samhället. I den här rapporten kan du läsa om ett av projekten som ingår i programmet.

E2B2 genomförs i samverkan mellan IQ Samhällsbyggnad och Energimyndigheten åren 2013–2017. Läs mer på www.E2B2.se.

