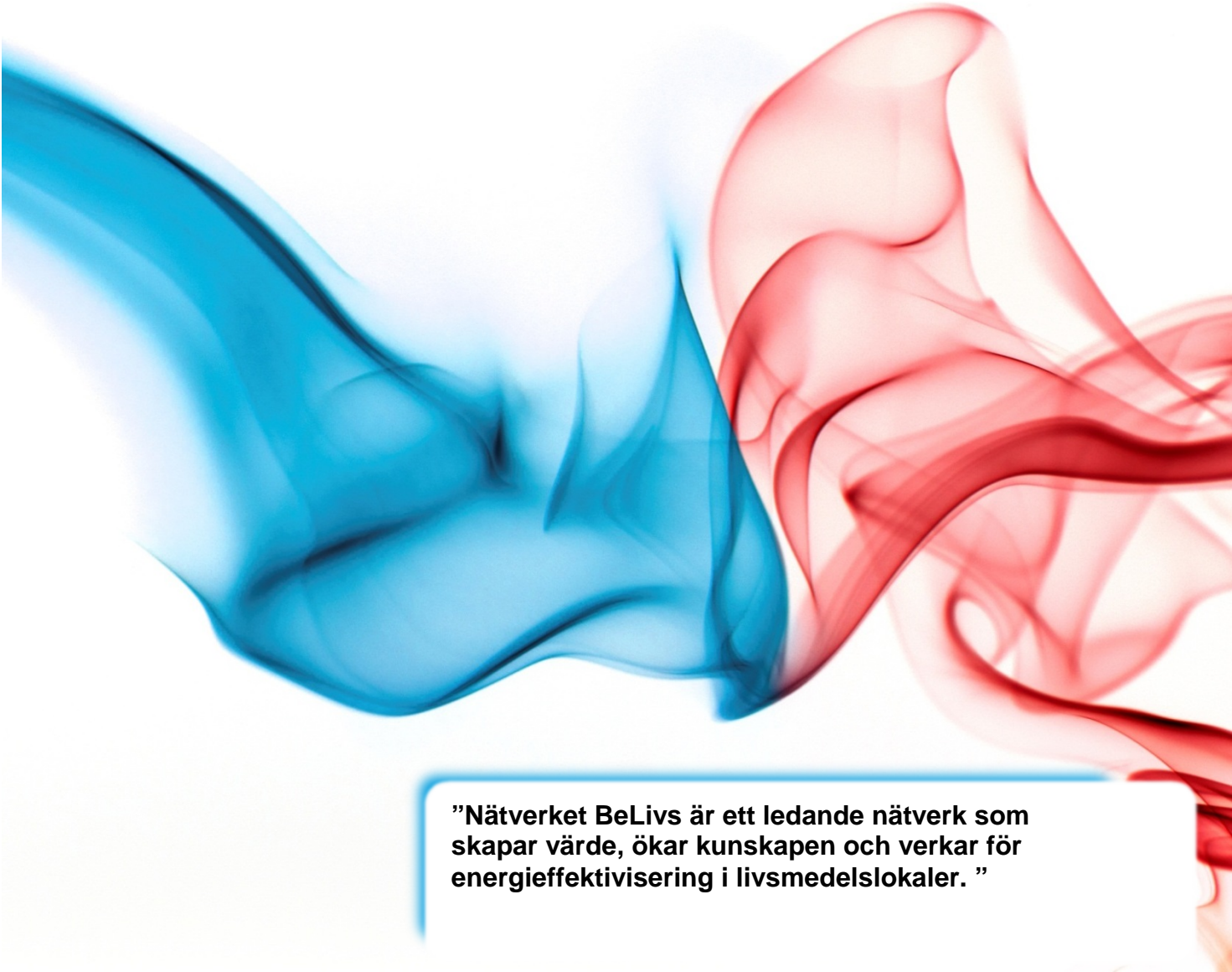


Lönsamhetspotentialen för egenproducerad energi till livsmedelslokaler



”Nätverket BeLivs är ett ledande nätverk som skapar värde, ökar kunskapen och verkar för energieffektivisering i livsmedelslokaler. ”



Energimyndighetens Beställargrupp Livsmedelslokaler

Respektive författare ansvarar och står för innehållet i denna rapport

Lönsamhetspotentialen för livsmedelslokaler av egenproducerad energi

Profitability potential for self-produced energy in grocery stores

Författare:

Mikael Rosén, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Martin Borgqvist, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Projektnummer: BF14

År: 2015

BeLivs Dnr 2014-136 och Dnr 2014-5400

Beställargruppens medlemmar



Axfood AB



Bergendahls Food AB



City Knalleland



COOP Fastigheter



ICA AB



Max Hamburgerrestaurang



ÖREBRO

Örebro kommun

BeLivs
Energimyndighetens Beställargrupp Livsmedelslokaler
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Box 857, 501 15 Borås
www.belivs.se
belivs@sp.se

Respektive författare ansvarar och står för innehållet i denna rapport

Sammanfattning

Att få ner den totala kostnaden för energi är en viktig fråga för alla livsmedelsbutiker. Det absolut viktigaste i detta arbete är att arbeta med att minska energianvändningen genom olika typer av effektiviseringar såsom värmeåtervinning från kylsystem, lock och dörrar på kyl- och frysmöbler och installation av energieffektiv belysning. Den energianvändning som är kvar efter att all lönsam energieffektivisering är gjord bör tillföras så billigt (LCC-mässigt), enkelt och hållbart som möjligt.

I denna förstudie har vi tittat på olika alternativ för egen energiproduktion för olika typer av butiker samt tittat på lönsamheten för dessa alternativ.

Förstudien visar att lönsamhetspotentialen för att producera egen energi LCC-mässigt ligger i paritet med att inte göra något alls för mindre anläggningar, medan för lite större anläggningar är det lönsammare att producera egen energi än att inte göra något. Om elpriserna skulle stiga och/eller installationskostnaderna sjunka förbättras potentialen snabbt, även vid måttliga förändringar.

Förstudien riktar sig till fastighetsägare, beställargrupsmedlemmar, butiksägare/chefer, konsulter, livsmedelsproducenter samt service och installationsföretag.

Nyckelord: egenproducerad energi, livsmedelsbutiker, energianvändning, energiproduktion

Summary

To bring down the overall cost of energy is an important issue for all food stores. The most important thing in this work is to work to reduce energy consumption through different types of efficiencies such as heat recovery from the refrigeration system, lids and doors on refrigeration furniture and installation of energy efficient lighting. The energy that is left after all profitable energy efficiency is made should be added so cheap (LCC-wise), simple and sustainable as possible.

In this study we have looked at various options for self-produced energy for different types of stores and looked at the viability of these options.

The feasibility study shows that the profitability potential to produce their own energy LCC-wise is on par with that do not do anything at all for smaller installations, while for larger facilities it is more profitable to produce their own energy than doing nothing. If electricity prices rise and / or installation costs drop improvement potential rapidly, even at moderate changes.

The feasibility study is aimed at property owners, purchaser group members, shop owners / managers, consultants, producers of food, service and installation companies.

Keywords: self-produced energy, grocery, energy use, energy production

Förord

Energimyndigheten startade BeLivs 2011. BeLivs uppdrag är att vara en objektiv part och att driva utvecklingsprojekt med energieffektivisering och miljöfrågor som gemensamma nämnare bland sina medlemmar i deras fastigheter. Resultaten och erfarenheterna av projekten publiceras som rapporter på www.belivs.se och är kostnadsfria att ta del av. Alla bolag i branschen, även de som inte är medlemsföretag, kan därför dra nytta av BeLivs arbete.

Varför BeLivs? En stor andel elenergi används i butiker och livsmedelslokaler. BeLivs uppgift är att skynda på utvecklingen mot energieffektivare livsmedelslokaler genom att driva utvecklingsprojekt. Projekten handlar om att visa att och hur energieffektiv teknik och energieffektiva system fungerar i verkligheten tillsammans med medlemmarna. En lika viktig uppgift är att föra ut erfarenheter från projekten till resten av branschen som är kopplade till livsmedelslokaler.

BeLivs skall hjälpa Sverige att nå de energimålen som är uppsatta. BeLivs mål är att få ut energieffektiva system och produkter tidigare på marknaden. Parallellt med en ökad energieffektivitet skall utvecklingsprojekten också förbättra eller bibehålla verksamheten och inomhusmiljön i lokalerna och vara ekonomiskt lönsamma. Det är viktigt att produkter och system som det investeras i är kostnadseffektiva.

Datum: 2012-05-07

Innehållsförteckning

Beställargruppens medlemmar	3
Sammanfattning	4
Summary	4
Förord	5
Innehållsförteckning	6
Inledning.....	8
1 Problembeskrivning	8
1.1 Syfte och mål	8
1.2 Avgränsningar.....	8
1.3 Metod	9
2 Bakgrund	10
2.1 Benchmarking livsmedelsbutiker	10
2.2 Litteraturstudie på området lönsamhet för egenproducerad energi	11
3 Genomförande	13
3.1 Beskrivning av livsmedelslokalen och dess tekniska system.....	13
3.2 Planerad åtgärd i projekt.....	13
3.3 Organisation – medverkan i förstudieprojekt	13
3.4 Tidsplan	13
3.5 Energieffektiviseringspotential.....	13
4 Förnybar energi i livsmedelsbutiker	15
4.1 Solenergi.....	15
4.1.1 Solvärme.....	15
4.1.2 Solceller	16
4.1.3 Solkyla.....	16
4.2 Vindenergi.....	17
4.2.1 Småskalig vindkraft.....	17
4.2.2 Storskalig vindkraft.....	17
4.3 Geoenergi.....	18
4.3.1 Värmepumpslösningar för värme och kyla.....	18
4.3.2 Värmedrivna kylprocesser	18
4.4 Överskottsvärme för extern leverans	19
4.4.1 Förutsättningar för att uppskatta lönsamheten i extern leverans av överskottsvärme	19
4.5 Dimensionering av anläggningar för egen el	21
4.5.1 Korttidslagring av el med batterier	21
4.5.2 Likströmsapplikationer	22
4.6 Andelsägd elproduktion.....	22
4.7 Incitament och skatter för egenproducerad el	22
4.7.1 Skattereduktion.....	22
4.7.2 Elcertifikat	23
4.7.3 Energiskatt.....	23
4.7.4 Sammanfattning av skatter och stöd.....	23
4.8 Beskrivning av fallstudier	24
4.8.1 Exempelbutikernas elanvändning.....	24
4.8.2 Olika scenarier för egenproduktion av energi.....	25
4.8.3 Fallstudier för egen elproduktion.....	25
4.8.4 Hinder för förnybar energiproduktion.....	26

5	Resultat	28
5.1	Lönsamhetspotential – beräknad.....	28
5.2	Känslighetsanalys	30
5.3	Diskussion	33
6	Litteraturreferenser	34
Bilaga A. Data till LCC-kalkyler		35
	Indata anläggningar.....	35
	Övriga indata	35
Bilaga B. Hinder för förnybar energitillförsel		36

Inledning

1 Problembeskrivning

Att få ner den totala kostnaden för energi är en viktig fråga för alla livsmedelsbutiker. Det absolut viktigaste i detta arbete är att arbeta med att minska energianvändningen genom olika typer av effektiviseringar såsom värmeåtervinning från kylsystem, lock och dörrar på kyl- och frysmöbler och installation av energieffektiv belysning. Den energianvändning som är kvar efter att all lönsam energieffektivisering är gjord bör tillföras så billigt, enkelt och hållbart som möjligt.

1.1 Syfte och mål

Syftet med förstudien är att utreda vilken lönsamhetspotential som finns i att livsmedelslokaler installerar och tar vara på egenproducerad energi t.ex. via solceller, vindkraft, bioenergi, geoenergi och liknande. Produktionen kan vara såväl lokal som distribuerad. Med egenproducerad energi avses här även tillvaratagen energi i form av restvärme, främst från kylsystemen, som kan levereras utanför butiken.

Målen med förstudien:

- Att sammanställa idag lämpliga installationer och dess lönsamhetspotential samt att identifiera lämpliga områden för projekt, utlysningar, teknikupphandlingar och behov av forskning.
- Att ge ett underlag för bedömning av åtgärder ur ett lönsamhetsperspektiv som kan användas av exempelvis energikonstuler.
- Att identifiera eventuella hinder för egenproducerad energi samt ta fram förslag på hur dessa hinder kan undanröjas.
- Att ta fram en mall som kan fyllas i av livsmedelsbutiker/konstuler som sedan kan användas för bedömning av potentialen för egenproducerad energi.

Målgruppen för förstudien är fastighetsägare, beställargrupsmedlemmar, butiksägare/chefer, konstuler, livsmedelsproducenter samt service och installationsföretag.

1.2 Avgränsningar

Förstudien avser inte att ta upp följande aspekter:

- Energieffektivisering i livsmedelsbutiker. Förstudien handlar enbart om tillförsel av energi samt utleverans av restenergi.
- Egenproducerad energi i form av värmeåtervinning från kylsystemen som sedan används internt i butiken eller fastigheten för värme och varmvatten, då detta redan utretts i stor omfattning och en förhållandevis klar bild finns av denna potential. Bland annat har detta gjorts inom BeLivs förstudie "Incitamentbaserade hyresavtal livsmedelslokal / fastighetsägare" och i projektet "Värmeåtervinning med värmepump från livsmedelskylsystem i butik"
- Värmeåtervinning via återluft, då även detta utretts genom tidigare förstudie "Energieffektiv ventilation i butiker" samt projekt "Energieffektivare ventilation i butiker – återluft".
- Möjligheter till biogasproduktion från matavfall, då detta utretts genom BeLivs-projektet "Småskalig biogasanläggning vid stora livsmedelsbutiker".

Avgränsning sker också till livsmedelsbutiker och kedjor av livsmedelsbutiker, men ett resonemang kring potentialen inom andra delar av livsmedelsindustrin, exempelvis livsmedelsproducenter, kommer att föras som underlag till eventuellt framtida förstudier.

Detta motiveras med att det som kanske inte är lönsamt för en enskild butik kan vara lönsamt för en butikskedja och även andra delar av livsmedelsindustrin eftersom förstudien i huvudsak handlar om energitillförsel och inte energianvändande processer. Processer som värme, kyla, ventilation och motsvarande finns även inom exempelvis den livsmedelsproducerande industrin. I många fall handlar det då endast om skalan på installationerna som avgörande för lönsamheten.

1.3 Metod

Metodikerna för denna förstudie omfattar dels en litteraturstudie av befintliga utredningar och projekt som gjorts inom detta område och dels en teknikstudie av befintliga marknadslösningar och nära-marknadslösningar som passar för livsmedelsbutiker och butikskedjor. Som exemplifiering har tre stycken fiktiva fall byggts upp som beskriver möjliga lösningar för livsmedelsbutiker/butikskedjor. Även om fallen är fiktiva baseras de på verkliga data från livsmedelsbutikernas energianvändning.

I förstudien ingår även känslighetsanalyser för olika volymer, variation i energipriser och installationskostnader i syfte att kunna avgöra i vilken skala en viss teknik kan komma att vara lönsam. Detta för att kunna koppla lönsamhet till mindre butiker, större butiker eller en butikskedja.

Även ägande- och avtalsformer är viktigt att ta hänsyn till. Detta påverkar såväl ansvars-, likviditets- som drift- och underhållsfrågorna. Följande frågeställningar behandlas i förstudien:

- Ska butiken eller kedjan själva äga eller ska man leasa?
- Hur avtalar man om energileveranser?
- Vilka möjligheter finns till nätleverans av egenproducerad överskottsel?
- Ska man använda korttidslagring av överskottsel?
- Hur hanterar man de fall där man inte själva äger byggnaden eller fastigheten?

Förstudien tar även upp hinder för egenproducerad energi och förslag på hur man kan undanröja dessa hinder. För en enskild butik kan till exempel takytan vara en begränsande faktor för att nå lönsamhet i solcellsproducerad el, men det kan vara lönsamt för en butikskedja som kan få ner priser med större upphandlade volymer och större takytor. Motsvarande resonemang kan föras för andra energislåg.

2 Bakgrund

2.1 Benchmarking livsmedelsbutiker

Livsmedelsbutiker utmärker sig i jämförelse med andra verksamheter genom att de har ett stort kylbehov och förhållandevis litet värmebehov på grund av den överskottsvärme som levereras från kylproduktionen. Liksom för andra typer av butiker används dessutom en hel del el till belysning vilket även det ger en hel del överskottsvärme.

Tabellerna 1-3 visar siffror som tagits fram inom ramen för Energimyndighetens statistikprojekt STIL2 [22]. Här kan man bland annat utläsa att elbehovet till kyla i genomsnitt är nästan 70 % högre än värmebehovet. Även elbehovet för belysning överstiger i snitt uppvärmningsbehovet. Detta kommer dock att förändras i och med införandet av ecodesignkraven på belysning.

Tabell 1 Specifik energianvändning inom svensk handel. STIL2.

Table 1 Specific use of energy in Swedish commerce

kWh/m ² , A _{lamp}	Samtliga	Livsmedel	Övrig handel	Gallerior
El totalt	178,6	322,3	114,6	149,1
Fjärrvärme	66,8	56,8	66,5	66,0
Olja	1,5	5,2	0,0	0,0
Pellets/briketter	4,9	14,4	0,0	5,2
Fjärrkyla	4,7	0,7	1,8	21,7
Totalt	256,4	399,2	182,9	262,0

Tabell 2 Specifik elanvändning inom svensk handel. STIL2.

Table 2 Specific use of electricity in Swedish commerce.

kWh/m ² , A _{lamp}	Samtliga	Livsmedel	Övrig handel	Gallerior
Elvärme inkl. värmepumpar	6,6	12,1	5,2	1,5
Komfortkyla	5,5	3,8	5,8	7,3
Pumpar	6,4	11,7	3,7	6,7
Fläktar	21,2	23,9	19,1	23,7
Övrig fastighetsel	4,6	9,0	2,1	5,3
Livsmedelskyla	45,6	144,5	8,4	1,1
Belysning	71,4	89,5	58,7	84,4
Övrig verksamhetsel	12,8	19,7	9,1	13,5
Restpost	4,1	6,9	2,3	5,4
Totalt	178,2	321,4	114,4	148,9

Tabell 3 Förändring av specifik elanvändning 1990-2009. STIL2.

Table 3 Change in specific energy use 1990-2009.

Elanvändning [kWh/m ² , år]	Livsmedel		Övrig handel inkl gallerior		All handel	
	1990	2009	1990	2009	1990	2009
Värme, varmvatten	41	12	35	4	37	7
Övrig elutrustning	36	51	31	22	32	30
Livsmedelskyla	114	152	4	7	44	48
Komfortkyla	11	4	4	6	7	5
Belysning	72	79	66	62	68	67
Fläktar	24	24	18	20	20	21
SUMMA	298	321	158	122	208	178
SUMMA exklusive elvärme	257	309	123	118	171	172

I ett projekt som Energikontoret Örebro genomförde i början av 2000-talet [26] gjordes en sammanställning av energidata från bland annat KF och ICA samt Energimyndighetens STIL-projekt och man fick fram en genomsnittlig energianvändning för olika butiksstorlekar. Denna presenteras i tabell 4 nedan. Dessa data har vi använt oss av för att bygga upp fallen. Vi har dock antagit att en viss energieffektivisering gjorts sedan dess och justerat ner de genomsnittliga siffrorna något.

Tabell 4 Genomsnittlig energianvändning i livsmedelsbutiker, ÖNET 2000

Table 4 Average energy usage in grocery stores

Butiksstorlek (m ²)	Energianvändning (kWh/m ²)
- 600	520
600 - 1 000	470
1 000 - 1 500	440
1 500 - 2 000	420
2 000 - 5 000	360
5 000 -	290

2.2 Litteraturstudie på området lönsamhet för egenproducerad energi

Det finns ett antal studier som undersökt lönsamhetspotentialen för egenproducerad energi i livsmedelsbutiker. Flera av studierna har det gemensamt att de använder livscykelkostnader (LCC) för att utvärdera lönsamhetspotentialen.

Det finns även undersökningar som är mer tekniskt inriktade, t.ex. "Energieffektivisering av mindre livsmedelsbutiker i glesbygden/skärgård" [9], som ger en vägledning i dimensionering av ett system för autonom energiförsörjning av en byggnad baserat på solceller, vindkraft och energilagring (batterier). Den föreslagna metoden i "Energieffektivisering av mindre livsmedelsbutiker i glesbygden/skärgård" [9] baseras på energibehovet i aktuell byggnad samt tillgången på sol- och vindenergi, men ingen lönsamhetskalkyl presenteras. Däremot lyfter artikeln fram att livsmedelsbutiker är intressanta objekt för egenproducerad el eftersom

de har relativt konstant elanvändning; hög under öppettider och låg när butiken är stängd men utan större variationer.

I Examensarbetet "Energieffektivisering – Integrerat värmesystem mellan bostäder och livsmedelsbutik" [7] undersöks möjligheten att leverera överskottsvärme från en livsmedelsbutik till närbelägna bostäders värmesystem. Ett par olika alternativa lösningar för att ta till vara på butikens värmeöverskott utvärderas med avseende på deras LCC och jämförs med alternativet att endast använda fjärrvärme för uppvärmning av bostäderna. I studien genomförs även en känslighetsanalys för parametrar som elprisökning, ökning av fjärrvärmepris, etc. Resultaten visar att det finns lönsamhet hos två av de alternativ där överskottsvärmen från butiken tas till vara.

Studien "Energieffektivisering i livsmedelsbutiker i Stockholms skärgård" [8], som också är ett examensarbete och som ingår i "Energieffektivisering av mindre livsmedelsbutiker i glesbygden/skärgård" [9], behandlar energieffektivisering i livsmedelsbutiker i skärgårdsmiljö. Förutom åtgärder i butiken undersöks även lönsamheten i att minska mängden köpt el genom att installera solceller. Möjligheten att använda sjökyla för att sänka kondenseringstemperaturen i butikens kylsystem eller tillhandahålla komfortkyla har också undersökts. I studien undersöks fyra butiker, varav två mer i detalj, och beräknade LCC-värden samt återbetalningstider används för att jämföra och utvärdera lönsamheten hos olika alternativ. Resultaten visar på återbetalningstider på runt 10 år och uppåt för åtgärdsförslag som inkluderar solceller, men att på lång sikt (20 år) så finns det intäkter att hämta hem från anläggningen. Studien behandlar inte installationen av solceller separat, utan i kombination med åtgärder för energieffektivisering i butikerna. Låg energianvändning och höga installationskostnader bidrar till långa återbetalningstider generellt för de olika åtgärderna som undersökts. När det gäller lösningar med sjökyla så tyder resultaten på att dessa åtgärder kan bli dyra för fallet komfortkyla, men att lönsamheten beror av förutsättningarna för den aktuella butiken.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (SP) har genomfört en potentialstudie för solenergi [2] i Västra Götalands Regionens (VGR) fastigheter, med fokus på sjukhusen i regionen. Studien visar att 36 % av det årliga elbehovet i alla VGR:s sjukhus skulle kunna tillgodoses med solel om alla effektivt tillgängliga ytor utnyttjades för elproduktion. Detta skulle innebära att tak, fasader, solavskärmningar och parkeringar utrustades med solceller. Nettoresultatet för ett sådant fall är dock negativt efter 20 år. Däremot är det möjligt att uppnå ett positivt resultat på 8,2 Mkr efter 20 år om enbart takinstallationer genomförs. Även installationer på parkeringsplatser samt olika alternativ med solvärme är lönsamma efter 20 år. Att installera solceller på fasader och solavskärmningar bedöms som dyrt i förhållande till årligt utbyte av solel. Studiens resultat baseras på LCC-beräkningar med känslighetsanalyser för olika parametrar. Känslighetsanalysen visar att små ändringar i ingångsdata för produkternas verkningsgrad och kostnader samt antaganden om energiprisökningar har stor inverkan på slutresultatet. Vidare har studien undersökt timvis effektmatchning mellan solelproduktion och elanvändning samt matchning av värmebehov och solvärmeproduktion på månadsbasis. Resultaten visar att för solelen finns en överproduktion på 20 – 25 % per år, vilken skulle behöva levereras ut på elnätet. För solvärmesystemen blir det en väldigt stor överproduktion under sommarmånaderna om alla tak täcks med solfångare.

3 Genomförande

3.1 Beskrivning av livsmedelslokalen och dess tekniska system

Vi har byggt upp tre fall med lite olika storlekar på livsmedelsbutiker och olika energiförsörjning. Underlagen till fallen har hämtats in från Länsstyrelsen i Dalarnas län som genomfört energikartläggningar på lanthandlar samt från Energikontoret i Örebro län som har genomfört ett flertal projekt med livsmedelsbutiker. För att fallen ska bli mer rättvisande har vi inte använt oss av data från enskilda butiker utan genomsnittlig energianvändning för grupper av butiker.

Dessa tre fiktiva butiker har sedan modellerats i en beräkningsmodell som byggts upp i Excel, där vi har möjlighet att testa olika förnybara energikällor och göra känslighetsanalys av resultaten.

De modellerade butikerna har vi benämnt Lanthandeln, Tätortsbutiken och Stormarknaden. För dessa gäller följande förutsättningar:

Tabell 5, Butiker som används i fallen

Table 5, Grocery stores used in case studies

Exempelbutik	Yta (m ²)	Elanvändning efter effektivisering (MWh/år)	Genomsnittligt eleffektbehov under året (kW) ¹
Lanthandeln	600	125	15
Tätortsbutiken	2 500	520	60
Stormarknaden	10 000	2 080	240

3.2 Planerad åtgärd i projekt

Inom ramen för förstudien kommer inga åtgärder att genomföras, däremot kommer några redan genomförda åtgärder att studeras i syfte att utreda erfarenheter och systemutformningar.

3.3 Organisation – medverkan i förstudieprojekt

Mikael Rosén, SP, har varit projektledare för förstudien. Martin Borgqvist, SP har varit med och arbetat i projektet. Roger Nordman, SP, har granskat rapporten och BeLivs kansli och referensgrupp har medverkat i diskussioner.

3.4 Tidsplan

Förstudien har genomförts under januari och februari 2015. Alla priser som anges i förstudien är dagsaktuella så långt det varit möjligt.

3.5 Energieffektiviseringspotential

Denna förstudie omfattar inte energieffektiviseringspotentialen i livsmedelsbutiker, men eftersom energibehovet för en butik beror på hur man arbetar med energieffektivisering går det inte helt att låta bli resonemangsmässigt.

¹ Uppskattat baserat på 8760 drifttimmar per år samt total elanvändning per år. I verkligheten varierar effekten över dygnet.

Vår utgångspunkt är att livsmedelsbutiker först energieffektiviserar så mycket som möjligt med lönsamma åtgärder. Detta kan då handla om att ta tillvara på värme från kylkompressorer, förse kyl- och frysmöbler med lock, effektiv värmeåtervinning i ventilationen, effektivisera belysningen och en hel del annat. Baserat på rapporter från energikartläggningar som genomförts i ett flertal olika projekt drar vi slutsatsen att i princip alla livsmedelsbutiker, stora som små, kan energieffektivisera bort uppvärmningsbehovet på ett lönsamt sätt. Då återstår endast värmebehov till tappvarmvatten samt butikens behov av el till kyla, belysning, ventilation med mera.

Detta innebär att vi i denna förstudie kommer att titta på följande alternativ för egen förnybar energitillförsel:

1. Solceller för elproduktion
2. Solenergilösningar för värme och kylproduktion
3. Vindkraft för elproduktion
4. Andelsägd elproduktion från vind eller sol
5. Geoenergi för värme- och kylproduktion

Utöver detta tittar vi även på alternativet med utleverans av restvärme direkt mot den byggnad butiken ligger i, eller mot när- eller fjärrvärmenät.

4 Förnybar energi i livsmedelsbutiker

4.1 Solenergi

4.1.1 Solvärme

Solvärme innebär att solenergi omvandlas till värmeenergi i en solvärmeanläggning som består av solfångare. Värmen kan sedan användas för olika tillämpningar som t.ex. uppvärmning och produktion av tappvarmvatten eller hetvatten. Temperaturen som en solvärmeanläggning kan arbeta vid beror på vilken typ av solfångare som används, och ligger i intervallet 30 – 100 °C. Olika tillämpningar kräver olika temperaturer och nedan ges exempel på detta;

Tabell 6, Temperaturnivåer för olika tillämpningar för solvärmeanläggningar [2]

Table 6, Temperature levels for different solar heating applications [2]

Tillämpning för solvärmeanläggningen	Temperaturnivå
Pooluppvärmning och/eller förvärmning av tappvarmvatten	30°C
Produktion av tappvarmvatten och/eller lokaluppvärmning	60°C
Drift av kylmaskiner eller produktion av hetvatten	100°C

Högre temperaturnivå innebär dyrare solfångare. Lönsamheten för en solvärmeanläggning är beroende av dimensioneringen vid investeringstillfället och framtida förändringar. Exempelvis innebär minskat, värmebehov minskad lönsamhet [2].

Livsmedelsbutiker har generellt tillgång till kondensorvärme från kylsystemen som kyler kyldiskar mm, detta värmeöverskott kan användas för lokaluppvärmning. En intern energieffektivisering i butiken kan mycket väl reducera behovet av externt tillfört värme till väldigt låga nivåer. Detta gör att solvärmesystem bedöms som mindre intressanta för uppvärmning i livsmedelsbutiker.

När det gäller tappvarmvatten är behovet hos livsmedelsbutiker inte särskilt stort (se Tabell 3), och ett solvärmesystem skulle kunna täcka delar av behovet sommartid. Enligt [4] kan en komplett solvärmeanläggning som ger drygt 3 600 kWh varmvatten per år (vid 50°C) producera varmvatten till en kostnad på drygt 1,40 kr/kWh².

En stormarknad på 10 000 m² som har en specifik elanvändning för värme och varmvatten på 12 kWh/m², år (Tabell 3) har ett totalt värmebehov på 120 MWh/år. Om 5 % av detta antas vara tappvarmvatten skulle det motsvara 6 MWh/år (6 000 kWh/år), vilket skulle innebära ett dubbelt så stort solvärmesystem som det som beskrivs ovan. Detta motsvarar i stort tappvarmvattenbehovet för en lite större villa. Dock blir förmodligen installationskostnaden större än för en villa med tanke på rördragningar och anslutning till VVC eller befintlig tappvarmvattenproduktion och med tanke på rörlig kostnad för till exempel fjärrvärme eller produktion med värmepump ser vi svårigheter med att få lönsamhet i en sådan lösning. Vi tar därför inte med detta alternativ i kalkylerna.

² Givet en kalkylränta på 6 %.

4.1.2 Solceller

Solcellsmoduler omvandlar solenergi till elektricitet i form av likström vilken kan användas direkt, lagras i batterier eller omvandlas till växelström med hjälp av en växelriktare och därefter användas direkt eller levereras ut på elnätet. Den vanligaste tillämpningen är att solcellsmoduler kopplas till en fastighets existerande elnät via en växelriktare och brytare, vilket innebär att likströmmen omvandlas till växelström för användning i fastigheten. En solelanläggning består av en eller flera solcellsmoduler. I dagsläget finns det i princip kiselbaserade³ solceller samt tunnfilmceller⁴ kommersiellt tillgängliga [2] och av dessa två typer är det de kiselbaserade cellerna som dominerar på marknaden.

Solelanläggningar monteras idag normalt sett på ställning på tak eller mark, men det finns ett koncept som kallas byggnadsintegrerade solceller (BIPV – Building Integrated Photo Voltaics). Detta innebär att solcellen blir en del av ett byggnadselement som t.ex. en takpanna eller en solavskärmning. På detta sätt kan kostnaden för solcellen även fördelas på andra nyttofunktioner än endast elproduktionen, och dessutom kan systemet göras mer visuellt tilltalande.

Kapaciteten hos en solelanläggning brukar beskrivas med dess toppeffekt mätt i kilowatt (kW). För varje kW toppeffekt (benämns kW_t) hos anläggning kan man i Sverige få ca 800 – 1 100 kWh el netto⁵ per år. Detta gäller om systemet är orienterat rakt mot söder, har en lutning på ca 30 – 50° och inte skuggas [3], [10]. En solelanläggning med 10 kW_t skulle alltså kunna ge mellan 8 000 och 11 000 kWh el per år netto.

Priset för solelanläggningar i Sverige har sjunkit mycket under de senaste åren och antalet installationer har ökat. År 2014 låg priset för en nyckelfärdig kommersiell solelanläggning, med en toppeffekt på 20 kW och uppåt, på ca 14 000 kr/kW [4].

För mer information om marknadsutveckling för solel, produktionskostnader för el samt faktorer som påverkar energiutbytet, se framförallt [3], [4] och [10].

4.1.3 Solkyla

Solkyla är när solenergi används för att skapa kyla, t.ex. för att kyla en byggnad. Detta kan åstadkommas på två sätt;

- 1) Kombination av solceller och en eldriven kompressorkylmaskin
- 2) Kombination av solfångare och en värmedriven kylprocess, t.ex. en absorptionskylmaskin

Olika typer av soldriven komfortkyla undersöks i [15] och resultaten tyder på en potential för de soldrivna alternativen jämfört med fjärrkyla.

Företaget ClimateWell har utvecklat en intressant teknologi för solkyla som de kallar för SunCool. Tekniken kombinerar solfångare med en värmedriven värmepump och ett energilager. Systemet kan leverera värme på vinter, kyla på sommaren och varmvatten under årets alla dagar [16]. Tekniken demonstreras för tillfället på Löfbergs kafferosteri i Karlstad där den levererar kyla till lagerutrymmen. Tekniken är ännu inte fullt kommersialiserad, vilket gör att den inte går att utvärdera tekniskt och ekonomiskt. Bedömningen är dock att den är värd att följa upp efter hand, framför allt vad gäller produktion av komfortkyla eller lagerkyla.

³ Här skiljer man på celler av monokristallint kisel och celler av polykristallint kisel.

⁴ Tunnfilmceller har en aktiv beläggning som kan bestå av amorft kisel eller olika kombinationer av bland annat kadmium, indium, selen och koppar.

⁵ Med netto menas här den energimängd som fås efter växelriktaren som omvandlar likström till växelström.

4.2 Vindenergi

4.2.1 Småskalig vindkraft

Det finns ingen entydig definition av begreppet småskalig vindkraft. Ofta avses vindkraftverk med upp till 100 kW i märkeffekt (generatorns effekt). Gränsen för mikroproduktion i Sverige går vid en säkring på 100 A, vilket motsvarar en maximal uteffekt på ca 69 kW. Det finns även en internationell standard⁶ för små vindkraftverk som har en övre gräns på ca 50 – 100 kW [11]. I Sverige är det möjligt att sätta upp små vindkraftverk (s.k. miniverk) om kraftverket [14];

- Är max 20 m högt (över markytan)
- Placeras på ett avstånd från tomtgränsen som är större än dess höjd
- Inte monteras fast på en byggnad
- Om rotordiametern är mindre än 3 m

Kraftverk som är 20 – 50 m höga eller har en rotordiameter större än 3 m, kallas för gårdsverk. Bygglov (och eventuellt ytterligare tillstånd) krävs för gårdsverk samt kraftverk som inte uppfyller kraven i ovanstående fyra punkter. Information om regelverk m.m. för att sätta upp vindkraftverk av olika storlek finns på www.vindlov.se [14].

En marknadsöversikt för små vindkraftverk ges i "El från nya och framtida anläggningar 2014" [11], där 22 olika modeller av kraftverk upp till 100 kW beskrivs.

Den viktigaste förutsättningen för att det ska vara lönsamt att bygga vindkraft är att det blåser tillräckligt mycket. Små förändringar i vindstyrkan har stor påverkan på mängden producerad el. Generellt gäller att de allra minsta vindkraftverken inte är lika effektiva som de större. Dessutom kan mindre kraftverk få problem vid vindförhållanden med hög turbulens, vilket lätt kan uppstå då det finns mycket kringliggande hinder som träd och byggnader, t.ex. i urbana miljöer. Att sätta upp vindkraftverk på byggnader och i urbana miljöer är svårt att få att fungera bra. Det är lämpligt att i sådana fall göra en ordentlig undersökning av platsens förutsättningar och vindförhållanden genom vindmätningar och eventuellt analys med hjälp av särskilda simuleringsprogram [11].

4.2.2 Storskalig vindkraft

Med storskalig vindkraft menas i denna rapport alla kraftverk större än gårdsverk samt anläggningar som består av fleras stycken vindkraftverk.

Olika vindkraftverk är anpassade för drift i olika typer av miljöer och vindförhållanden, t.ex. havsbaserad vindkraft och lågvindskraftverk, och turbinerna klassas utifrån de förhållanden de är utvecklade för. Vindkraftverk börjar leverera effekt redan vid 3 m/s och når sin maxeffekt vid ca 10 – 14 m/s. Moderna vindkraftverk producerar el mellan 80 – 90 % av årets timmar [10]. Typiska effekter hos turbinerna i storskalig vindkraft är 2-5 MW.

Precis som för småskalig vindkraft är tillräcklig vindhastighet den viktigaste förutsättningen för storskalig vindkraft. Produktionskostnaden för el från storskalig vindkraft uppskattas i "Guidelines for renewable Energy based Supply System for various types of buildings" [10] till mellan ca 35 och 50 öre/kWh beroende på om hänsyn tas till ekonomiska styrmedel eller inte. Den framtida utbyggnaden av vindkraft i Sverige anses bero av utvecklingen av elcertifikatsystem. I rapporten [10] ges även en översikt av utvecklingstrender för vindkraft.

⁶ I standarden IEC 61400-2 är den övre gränsen angiven som maximalt 200 m² svept yta vilket motsvarar ca 50 – 100 kW maxeffekt.

Andelsägande i vindkraftparker kan vara en intressant lösning för att förse livsmedelsbutiker med egenproducerad el, se avsnitt 4.4, men även egna vindkraftparker för större butikskedjor kan vara intressant. Som exempel kan nämnas att Polarbröd äger fyra stycken vindkraftverk genom ett dotterbolag som heter Polarkraft, syftet med detta är att bli helt självförsörjande på grön el [17], [18]. Ett annat liknande exempel är IKEA som har som mål att år 2020 producera lika mycket förnybar energi som de använder. För att nå detta mål görs bland annat stora investeringar i vindkraft i Sverige och internationellt [19]. Ytterligare ett exempel är Wallenstam som äger och handlar vindkraft genom bolaget Naturenergi.

4.3 Geoenergi

Med geoenergi avses i denna rapport system som använder en berg-, jord- eller sjövärmepump för att skapa kyla till butikens kylsystem, samt värme till lokaler och tappvarmvatten. Följande alternativ är tänkbara ur ett teoretiskt perspektiv:

1. Värmepump som används för att producera både värme och kyla.
2. Värmepump som hämtar värme ur berg, jord eller sjö för att driva en värmedriven kylmaskin, t.ex. en sorptionskylmaskin.

4.3.1 Värmepumpslösningar för värme och kyla

Då vi generellt i rapporten har antagit att butiker i stort sett kan energieffektivisera bort sitt uppvärmningsbehov minskar genast lönsamhetspotentialen för värmepumpar eftersom de då endast skulle behövas för tappvarmvattenproduktion och komfortkyla. Därmed inte sagt att det är ointressant att titta på, främst med tanke på att värmen istället kan levereras utanför byggnaden genom att använda en värmepump för att ta tillvara på kondensorvärmerna och leverera den till intilliggande byggnader eller till näraliggande fjärrvärmesystem. Värmepumpen kan då även användas för att komfortkyla butiken sommartid. Denna lösning har bland annat föreslagits i "Energieffektivisering – Integrerat värmesystem mellan bostäder och livsmedelsbutik" [7] där den bedömts som lönsam med givna förutsättningar. Intilliggande byggnader spetsvärms i det nämnda fallet med fjärrvärme. Eftersom vi i denna förstudie endast fokuserar på livsmedelsbutiken i sig görs ingen modellering av värmepumpslösningar, då detta kräver en utredning av externa förutsättningar.

I en stormarknad, som ofta har stora ytor som inte är livsmedelsytor, är potentialen större och investeringsalternativet ska då i första hand ställas mot att köpa in fjärrvärme och fjärrkyla eller att använda kompressorkyla för komfort sommartid. För mindre butiker torde generellt traditionella luftkonditioneringsanläggningar eller luft/luft-värmepumpar med inverter-funktion fortfarande vara det mest intressanta alternativet för komfortkyla.

4.3.2 Värmedrivna kylprocesser

Det finns tre olika processer som använder värme för att skapa kyla:

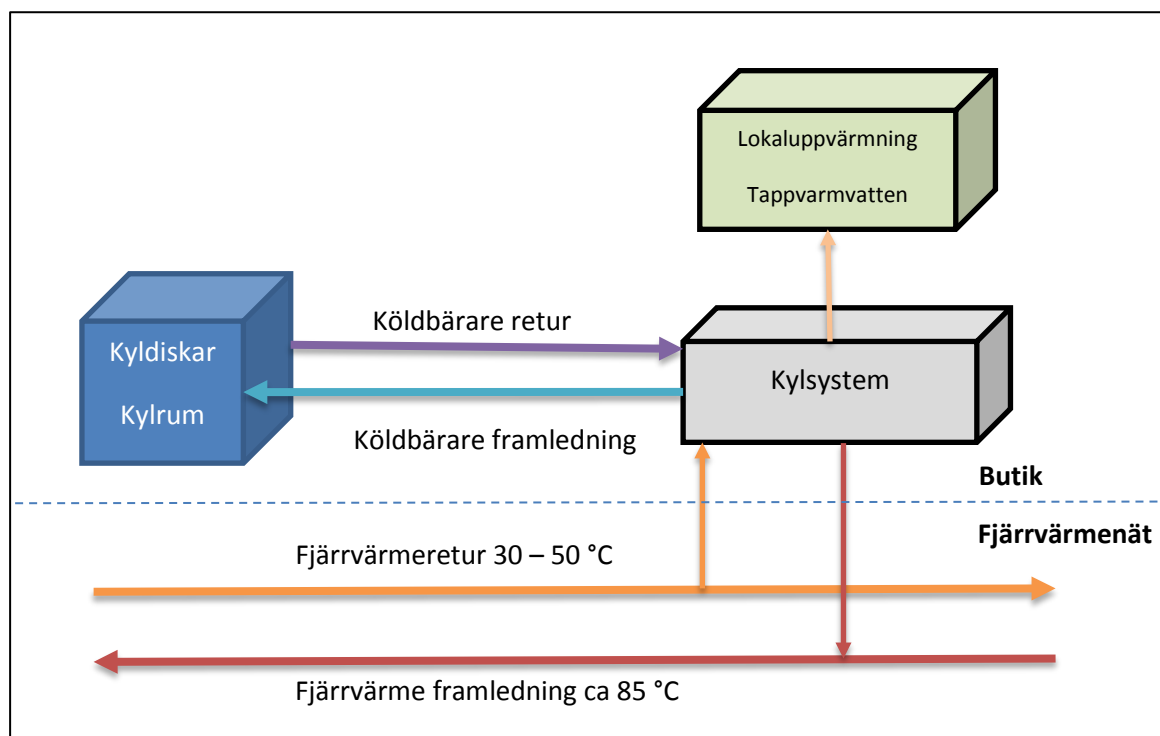
1. Absorptionskyla
2. Adsorptionskyla
3. Sorptiv kyla

Ingen av de ovanstående processerna bedöms vara aktuella ur ett kommersiellt perspektiv som kylmaskiner för en butiks kylsystem. Det skulle dock kunna vara aktuellt för ett köpcentrum som inrymmer en eller flera livsmedelsbutiker där köpcentrat i övrigt har ett stort kylbehov, men då sannolikt med fjärrvärmedriven kyla snarare än värmepumpsdriven. Detta kräver en mer omfattande utredning varför vi har valt att inte titta närmare på denna lösning.

4.4 Överskottsvärme för extern leverans

Tidigare studier som genomförts inom BeLivs (t.ex. "Värmeåtervinning med värmepump från livsmedelskylsystem i butik" [1] och "Dörrar på öppna kyldiskar och anpassning av kylsystem i butik", [2]) visar på stor möjlighet till energieffektivisering i livsmedelsbutiker. Även efter återvinning av värme från kylsystemet för uppvärmning av butiken samt produktion av tappvarmvatten, kan det mycket väl finnas överskottsvärme kvar som skulle kunna levereras externt om det finns någon tänkbar kund för detta. Extern leverans av överskottsvärme skulle kunna ske både till fjärrvärmenätet (om ett sådant finns på plats i närheten av butiken) eller till intilliggande byggnader genom ett lokalt närvärmenät.

För att kunna leverera överskottsvärme behöver denna vara av tillräckligt hög temperatur och därför kan det vara nödvändigt att installera en värmepump som använder kylsystemet som värmekälla. För att kunna leverera överskottsvärme till fjärrvärmenätet behöver temperaturen komma upp till ca 85 °C. I Figur 1 nedan ges en schematisk beskrivning av konceptet för leverans av överskottsvärme till fjärrvärmenätet.



Figur 1, Principskiss för extern leverans av överskottsvärme till fjärrvärmenätet

Figure 1, Principle sketch of external delivery of excess heat to the district heating network

Fortum har lanserat ett affärskoncept som heter Öppen Fjärrvärme [21], vilket går ut på att olika anläggningar kan sälja sin överskottsvärme till Fortums fjärrvärmenät i Stockholm. På detta sätt har en återvinningmarknad för överskottsvärme skapats. Coop Rådhuset deltar som en pilot där överskottsvärmen från butikens kylanläggning levereras till fjärrvärmenätet (i genomsnitt 30 kW), dessutom används fjärrkyla i butiken. De nödvändiga investeringarna i butiken uppgår till 405 000 kr. Det finns ytterligare pilotanläggningar i form av datahallar och livsmedelslokaler (se [21] för mer information).

4.4.1 Förutsättningar för att uppskatta lönsamheten i extern leverans av överskottsvärme

För extern leverans av överskottsvärme från en livsmedelsbutik är två olika fall tänkbara:

1. Leverans av värme som sker endast inom eller mellan fastigheter, utan att värmen först levereras ut på fjärrvärmenätet.

2. Leverans av överskottsvärme från butiken till fjärrvärmenätet.

Fall 1 är potentiellt en enklare lösning än fall 2 rent installationsmässigt. Bland annat på grund av att anslutning mot fjärrvärmenätet kräver en mer robust lösning, då det är helt andra tryck i systemet än om man skulle koppla direkt mot en sekundär värmekrets.

Vem som äger butiken respektive fastigheten har dock betydelse. Detta då det är vanligt att ägaren till en livsmedelsbutik inte är densamme som fastighetsägaren till lokalen där butiken ligger. Om t.ex. butiken ligger i en större fastighet och där överskottsvärmen ska levereras till andra hyresgäster, kan fastighetsägaren hamna i en beroendeställning som inte är önskvärd. I ett sådant scenario riskerar fastighetsägaren att uppvärmning till övriga hyresgäster påverkas om butiken försvinner. På samma sätt kan sammankoppling med andra byggnader för leverans av värme medföra att servitut behöver skapas mellan fastigheterna. Dessa servitut kan få konsekvenser vid en eventuell försäljning av fastigheten.

Om överskottsvärmen levereras via fjärrvärmenätet (fall 2 ovan) förenklar detta för fastighetsägaren eftersom denne då får sin energileverans från ett energibolag som kan ge garantier. I Stockholm erbjuds fastighetsägare genom Öppen Fjärrvärme en lösning för fallet med leverans av överskottsvärme. Genom att Fortum säljer värme till fastighetsägaren och köper värme av hyresgäster (t.ex. butiker) är fastighetsägaren garanterad en värmeleverans som inte är beroende av om butiken är kvar i fastigheten. Energibolaget kan garantera värmeleveransen eftersom de har många leverantörer av värme samt egna värmeanläggningar. Denna lösning kräver att butiken kopplas ihop med fjärrvärmenätet.

För fall 1 är det fullt tänkbart att kunden till överskottsvärmen även har fjärrvärme för de situationer där butiken inte kan leverera all värme som behövs. I ett sådant scenario är det lätt för fastighetsägaren att snabbt köpa mer fjärrvärme om butiken (som är värmeleverantör) försvinner. I praktiken kommer denna lösning så gott som alltid att användas eftersom byggnaden i stort sannolikt har ett större värmebehov än vad butiken kan klara av att leverera.

För att fall 1 ska vara lönsamt och av intresse för såväl fastighetsägare som butiksägare krävs att installationskostnaderna utslaget per kWh värme är så låga att ett pris på överskottsvärmen blir lägre än aktuellt fjärrvärmepris. D.v.s. det går att sälja överskottsvärme till ett lägre pris än vad det kostar att köpa fjärrvärme från fjärrvärmebolaget (nödvändiga installationer inräknat) samt att butiksägaren kan få bättre betalt per kWh av fastighetsägaren än om leverans skulle ske till fjärrvärmenätet.

För att fall 2 ska vara genomförbart och lönsamt krävs följande;

- Fjärrvärmebolaget har en modell för öppen fjärrvärme.
- Installationskostnaderna hos butiken utslaget per kWh värme är lägre än det pris som fjärrvärmebolaget betalar för överskottsvärmen.

I båda fallen ska även kostnader för drift av köldmediekylare inkluderas för de fall man inte kan bli av med överskottsvärmet på annat sätt. Utleverans av överskottsvärme minskar driften av kylmedelskylare.

För att det ska vara möjligt att räkna på lönsamhetspotentialen för de två ovanstående fallen behövs data och priser för de komponenter som behöver installeras, samt för fall 2 även en uppskattning av det pris som fjärrvärmebolaget är beredd att betala för överskottsvärme. Det finns få verkliga exempel att studera och det är därför svårt att uttala sig om den generella kostnadsbilden för nödvändiga installationer.

4.5 Dimensionering av anläggningar för egen el

Majoriteten av elanvändningen i livsmedelsbutiker är för livsmedelskyla och kylbehovet är som störst sommartid då det är varmare. Eftersom anläggningar för egen elproduktion är stora investeringar så är det viktigt att de har rätt kapacitet i förhållande till elbehovet. Ett eventuellt överskott på el kan matas ut på nätet men detta får påverkan för hur mycket energiskatt som måste betalas, se vidare avsnitt 4.7. Alternativt kan ett elöverskott lagras i batterier, men dessa är dyra (se vidare 4.5.1).

Ett sätt att dimensionera anläggningen är att utgå ifrån att den ska kunna klara av att leverera medeleffekten under den månad som har lägst elanvändning. På detta sätt kommer inte anläggningen att bli för stor och den kommer att användas mycket.

En anläggning som dimensioneras efter det maximala elbehovet riskerar att gå på del-last under de delar av året när behovet är lägre, vilket riskerar göra investeringen onödigt dyr.

Vi har i denna rapport använt en medeleffekt som beräknats som totalt använd elenergi för respektive butik delat med alla årets timmar, d.v.s. medeltimeffekten för hela året. Det bakomliggande resonemanget för detta är att solceller producerar som mest sommartid och som minst vintertid vilket innebär att risken för överdimensionering bedöms som relativt liten om man dimensionerar efter årsmedeltimmen vilket för en butik normalt inträffar under våren och hösten. Vindkraften producerar i normalfallet som mest just under höst och vår vilket även i detta fall betyder att risken för överdimensionering är relativt liten.

4.5.1 Korttidslagring av el med batterier

Det är fullt möjligt att lagra överskottsel i batterier för att användning vid ett senare tillfälle. Vad som i så fall behövs är ett batteripack som består av celler ordnade i moduler, kylutrustning, laddare och styrsystem. Prestandan, storleken och kostnaden för ett batteripack beror av vilken sorts batterier som används. Exempel på olika batterisorter är;

- Blysyrbatterier (PbAc), används t.ex. som startbatterier i bilar
- Nickelmetallhydrid (NiMH), används t.ex. i elhybridbilar
- Li-jonbatterier (Li), används i mobiltelefoner, datorer och elbilar

Fördelarna med denna lösning är att man inte behöver hantera fallet med utleverans av överskottsel medan nackdelarna är att det skapar onödiga verkningsgradsförluster i omvandlingen och att extra kostnader tillkommer för batterilösningen.

Ett blysyra-batteri med ca 4 kWh⁷ kapacitet kostar ca 19 000 kr [28], priset avser endast batterimoduler men inte laddare och styrsystem etc. Livslängden hos batterier är generellt beroende av hur djupt de cyklas, d.v.s. hur mycket av total kapacitet som laddas ur dem vid användning. Djupa cykler kortar livslängden. Ovan nämnda blysyra-batteri klarar ca 3 200 cykler till 50 % urladdning.

För att utvärdera lönsamheten för batterilösningar behövs en analys av hur tillgången på egenproducerad el matchar behovet. Sådana data har inte inhämtats inom ramen för denna förstudie och därför är det svårt att uttala sig om lönsamheten för batterier i detta sammanhang.

⁷ 12 V, 350 Ah.
BeLivs

4.5.2 Likströmsapplikationer

Vi har i förstudien valt att titta på fallen med växelström för en butiks elanvändning, d.v.s. att el från solceller och vindkraft växelriktas för att matas in på en butiks elsystem. Det finns dock en hel del saker som talar för att man åtminstone borde titta på att använda likströmsapplikationer. Den främsta av dessa är övergången till LED-belysning, men även den ökande användningen av EC-motorer i exempelvis ventilationsaggregat eller kylkompressorer. Detta skulle kräva två parallella elsystem, ett med växelström och ett med likström, men man skulle teoretiskt kunna spara en del energi genom att slippa växelriktningen och den påföljande likriktningen då dessa omvandlingar genererar en del förluster. Vårt förslag är att man inom BeLivs tittar närmare på just likströmsapplikationer genom en förstudie.

4.6 Andelsägd elproduktion

Att vara medlem i ett kooperativ som producerar el, t.ex. ett vindkraftkooperativ, innebär att medlemmen investerar i andelar som berättigar till köp av ett visst antal kWh el per andel och år till ett förmånligt pris. Webbplatsen *vindkooperativ.se* (<http://www.vindkooperativ.se/>) är en portal för andelsägd vindkraft och erbjuder även en jämförelse mellan olika kooperativ.

Det finns olika modeller för hur medlemmarna kan dra nytta av den el som produceras i kooperativets kraftverk, el till självkostnadspris är en vanlig variant. Ett annat exempel är att medlemmarna delar på vinsten från försäljningen av el till elhandelsbolag, eller att producerad mängd el per andel räknas av från elfakturan. De olika modellerna innebär olika möjlighet att välja sitt elhandelsbolag, t.ex. kan en viss modell innebära att elhandelsbolag inte kan väljas fritt då kooperativet har avtal om leverans med ett specifikt bolag. Mer information finns på *vindkooperativ.se*.

Det finns åtminstone ett kooperativ för andelsägd solex i Sverige; Solex i Sala & Heby Ekonomisk Förening [23]. Föreningen har funnits sedan 2009 och äger flera solexanläggningar. Vem som helst kan bli medlem och får då köpa andelar som kostar 5000 kr/st. Vinsten från solexen ska på sikt delas ut bland medlemmarna, men till en början kommer den att användas för att bygga ut produktionen. Elforsk har genomfört en uppföljning av verksamheten i föreningen, detta beskrivs närmare i [24]. Vid tidpunkten för denna förstudies genomförande fanns ytterligare två solexföreningar, Åsbro Solex och Solex Lindesberg. Båda dessa föreningar planerar att bygga solexanläggningar [5].

Rent praktiskt finns det i alla fall två fördelar med att vara andelsägare jämfört med att ha en egen anläggning. Den ena är att man inte behöver fundera kring risker med överdimensionering/underdimensionering eftersom man köper andelar som motsvara den egna användningen och man behöver inte heller fundera på ojämna laster på grund av vädret. Den andra fördelen är att man helt slipper drift och underhåll av anläggningen.

4.7 Incitament och skatter för egenproducerad el

4.7.1 Skattereduktion

Från och med 1 januari 2015 kan privatpersoner och företag få skattereduktion för mikroproduktion av el som matas ut på nätet. Här följer lite fakta om skattereduktionen:

- Omfattar både privatpersoner och företag för byggnader med en säkring på högst 100 ampere
- Skattereduktionen är 60 öre/kWh som matas ut på elnätet

- Taket är 30 000 kWh eller max 18 000 kronor, per år
- Den egna förbrukningen måste vara minst lika stor som de antal kWh man får skattereduktion för
- Huvudsäkringens får maximalt vara 100 A
- Privatpersoner kan dessutom sälja sitt överskott av el till sitt elhandelsbolag

4.7.2 Elcertifikat

Elcertifikatsystemet är ett marknadsbaserat stödsystem som har till syfte att öka genereringen av el från förnybara källor⁸. För varje MWh el från förnybara källor som genereras, kan producenten få ett elcertifikat från staten. Elleverantörer, vissa elanvändare samt elintensiva industrier måste i sin tur enligt lagen köpa en viss andel elcertifikat i förhållande till sin elförsäljning eller elanvändning. Elcertifikatet köps och säljs på en marknad där priset bestäms av tillgång och efterfrågan. På detta sätt kan producenter av el från förnyelsebara källor få en intäkt från försäljning av elcertifikat.

Medelpriset på elcertifikat var ca 196 kr/MWh för perioden januari 2014 – januari 2015 [12].

Den som producerar egen el från förnybara källor kan ansöka om elcertifikat från Energimyndigheten. Den producerade mängden el måste då mätas och rapporteras till Svenska Kraftnät. Mätningen kan ske i anslutning till elnätet och utförs då av nätägaren, eller i anslutning till anläggningen vilket innebär att producenten själv får installera en mätare. Om mätningen görs i anslutning till elnätet så registreras inte den el som producenten själv använder, utan endast den el som levereras till nätet. Om mätaren istället sitter i anslutning till anläggningen så kan man få elcertifikat för all produktion från anläggningen, även den som man använder själv, men man måste själv bekosta mätaren.

4.7.3 Energiskatt

Ett företag som bedriver näringsverksamhet och som får betalt av elhandelsbolaget måste betala energiskatt på den egenproducerade elen som företaget använder själv. Om all egenproducerad el används av företaget (ingen försäljning) är den egenproducerade elen befriad från energiskatt [12].

Skattesatsen för energiskatt varierar beroende på vilken typ av verksamhet som användaren bedriver och var i landet som elen används. För en livsmedelsbutik som inte ligger i någon av de kommuner som har reducerad energiskatt på el (ett antal län och kommuner i mellersta och norra Sverige) så är skattesatsen 29,4 öre/kWh för år 2015.

4.7.4 Sammanfattning av skatter och stöd

Fall 1) Ingen leverans av egenproducerad el till elnätet

- Elcertifikat för hela produktionen
- Mätare måste bekostas av producenten
- Ingen energiskatt
- Ingen skattereduktion

⁸ Målet är att elcertifikatsystemet skall bidra till 25 TWh el från förnybara källor mellan åren 2002 och 2020. Sedan den 1 januari 2012 har Sverige och Norge en gemensam elcertifikatmarknad och målet är att de bägge länderna skall producera ytterligare 13,2 TWh el från förnybara källor mellan åren 2012 och 2020.

Fall 2) Leverans av egenproducerad el till elnätet

- Elcertifikat endast för levererad el
- Ingen extra kostnad för mätare
- Energiskatt på el som levereras och används av producenten
- Skattereduktion för den el som levereras till elnätet

4.8 Beskrivning av fallstudier

4.8.1 Exempelbutikernas elanvändning

I denna förstudie utgår vi från tre olika exempelbutiker;

- Lanthandeln
- Tätortsbutiken
- Stormarknaden

För att kunna genomföra LCC-beräkningar med den modell som tagits fram behövs den årliga mängden köpt el. Utgångspunkten i denna förstudie är, som tidigare nämnts, att en butik först genomför lönsamma åtgärder för energieffektivisering innan eventuella investeringar i egen energiproduktion. Detta innebär att det är elbehovet efter energieffektivisering som behövs för modellen. Vidare behövs en uppfattning om elbehovet under kalla månader för dimensioneringen av anläggningar, även detta efter energieffektivisering.

Baserat på [2] och [25] görs följande antaganden om potentialen för energieffektivisering av livsmedelskyla och belysning;

- Elanvändningen för livsmedelskyla kan sänkas med 50 %
- Elanvändningen för belysningen kan sänkas med 25 %

Vidare antas följande;

- All elanvändning till uppvärmning kan effektiviseras bort (istället värms butiken med kondensorvärme)
- Av den specifika elanvändningen för värme och varmvatten i Tabell 3 antas 5 % vara varmvattenproduktion, denna elanvändning är oförändrad

Ur Tabell 3 kan utläsas att ca 50 % av specifik elanvändning för en butik är till livsmedelskyla, ca 25 % är till belysning och ca 4 % är till värme och varmvatten. Givet ovanstående antaganden kan den specifika elanvändningen sänkas med 37,5 %. Den ursprungligt angivna siffran på 321 kWh el/m², år kan då sänkas till 201 kWh el/m², år.

Tabell 7, Översikt över de olika exempelbutikerna

Table 7, Overview of the different examples stores

Exempelbutik	Yta (m ²)	Elanvändning efter effektivisering (MWh/år)	Genomsnittligt eleffektbehov under året (kW) ⁹
Lanthandeln	600	125	15
Tätortsbutiken	2 500	520	60
Stormarknaden	10 000	2 080	240

4.8.2 Olika scenarier för egenproduktion av energi

Denna förstudie tittar i första hand på fallet att en livsmedelsbutik eller en butikskedja producerar energi för att täcka det egna behovet.

Fyra stycken scenarier är tänkbara:

1. Butiken/kedjan installerar en anläggning i direkt fysisk anslutning till sina lokaler för att täcka hela eller delar av behovet av el och/eller värme. I detta scenario är inte storskalig vindkraft relevant.
2. Butiken/kedjan uppför en anläggning för elproduktion som inte ligger i direkt anslutning till lokalerna, men där elen som levereras från denna anläggning räknas av mot totala elanvändningen. Producerad el levereras till nätet och säljs till elbolag, medan använd el i butiken/butikerna köps in. På detta sätt kan företaget producera lika mycket el från förnybara källor som sin elanvändning, jämför med IKEA och Polarbröd som byggt egna vindkraftverk.
3. Som punkt 2 ovan, fast butiken/kedjan köper andelar i en anläggning istället för att uppföra en egen.
4. Butiken gör nödvändiga investeringar för att kunna leverera och sälja sin överskottsvärme till intilliggande kunder, t.ex. fjärrvärmenät eller närvärmenät.

I scenario 1 och 4 ovan är ägarförhållanden för butikslokalen centrala, d.v.s. om fastighetsägaren är densamma som butiksägaren eller inte är avgörande för hur lätt det är att genomföra den aktuella installationen.

4.8.3 Fallstudier för egen elproduktion

I Tabell 8 sammanfattas de olika fallstudierna som skall utvärderas med hjälp av en LCC-kalkyl och jämföras med alternativet att inte göra någon investering.

⁹ Uppskattat baserat på 8760 drifttimmar per år samt total elanvändning per år. I verkligheten varierar effekten över dygnet.

Tabell 8, Fallstudier för egen elproduktion

Table8, Case studies for self-production of electricity

Butik	Solel	Småskalig vind	Storskalig vind	Andelsägd el
Lanthandeln	X	X		X
Tätortsbutiken	X			X
Stormarknaden	X	X		X
Kedja med stormarknader	X		X	X

De indata för anläggningar, energipriser etc. som använts för LCC-kalkylerna presenteras i Bilaga A.

4.8.4 Hinder för förnybar energiproduktion

De hinder som teoretiskt kan föreligga för förnybar energiproduktion kan delas in i fem grupper enligt följande:

1. Tekniska hinder; exempelvis lastdimensionering av tak, begränsad takyta, butiksläge
2. Juridiska hinder; exempelvis servitutsfrågor eller andra avtalsfrågor, fastighetsägare/hyresgäst
3. Ekonomiska hinder; exempelvis affärsmodellens utformning eller krav på lönsamhet och likviditet
4. Känslomässiga hinder; exempelvis känsla om beroendeställning eller tillit till leverantörer
5. Kunskapsmässiga hinder; exempelvis brist på information om lönsamhet eller teknik

Genom att arbeta med att undanröja dessa hinder kan man öka takten på investeringar i förnybar energi. Vissa hinder är dock svåra att undanröja medan andra kanske är lite lättare. Vi har i bilaga B ställt upp ett antal hinder, beskrivit problematiken och gett förslag på hur dessa hinder skulle kunna undanröjas. Vi vill dock lyfta fram några aspekter lite mer.

Eftersom många butiksägare inte själva äger byggnaden eller lokalen man bedriver verksamheten i riskerar man ofta att hamna i en situation där fastighetsägaren behöver involveras i tankarna. Det kan till exempel handla om att sätta upp solceller på byggnadens tak eller om man vill titta på möjligheten att leverera ut överskottsvärme till byggnaden eller externt. Det kan även handla om att de behövs någon form av servitut. I dessa fall är det ofta bra att anlita en fastighetsjurist för att reda ut vilka eventuella skrivningar man kan komma att behöva.

En annan svår fråga är de ekonomiska aspekterna inklusive affärsupplägget. Som butiksägare har man alltid vissa krav på avkastning, likviditet, lönsamhet och liknande. Tyvärr tenderar allt för många utvärderingar av lönsamhet baseras enbart på rak återbetalningstid eller så kallad payoff-kalkyl. Genom att komplettera dessa med LCC-kalkyler och kalkyl över ackumulerade kassaflöden får man ett bättre underlag.

Vi har i denna förstudie räknat med att man finansierar investeringen själv, men man bör även titta på alternativa affärslösningar såsom leasing, hyrköp, EPC eller att låna till investeringen. Detta ger helt andra kalkylförutsättningar och kan trots relativt långa återbetalningstider ge en investering med enbart positiva kassaflöden och hyfsad avkastning med tanke på dagens mycket låga räntelägen.

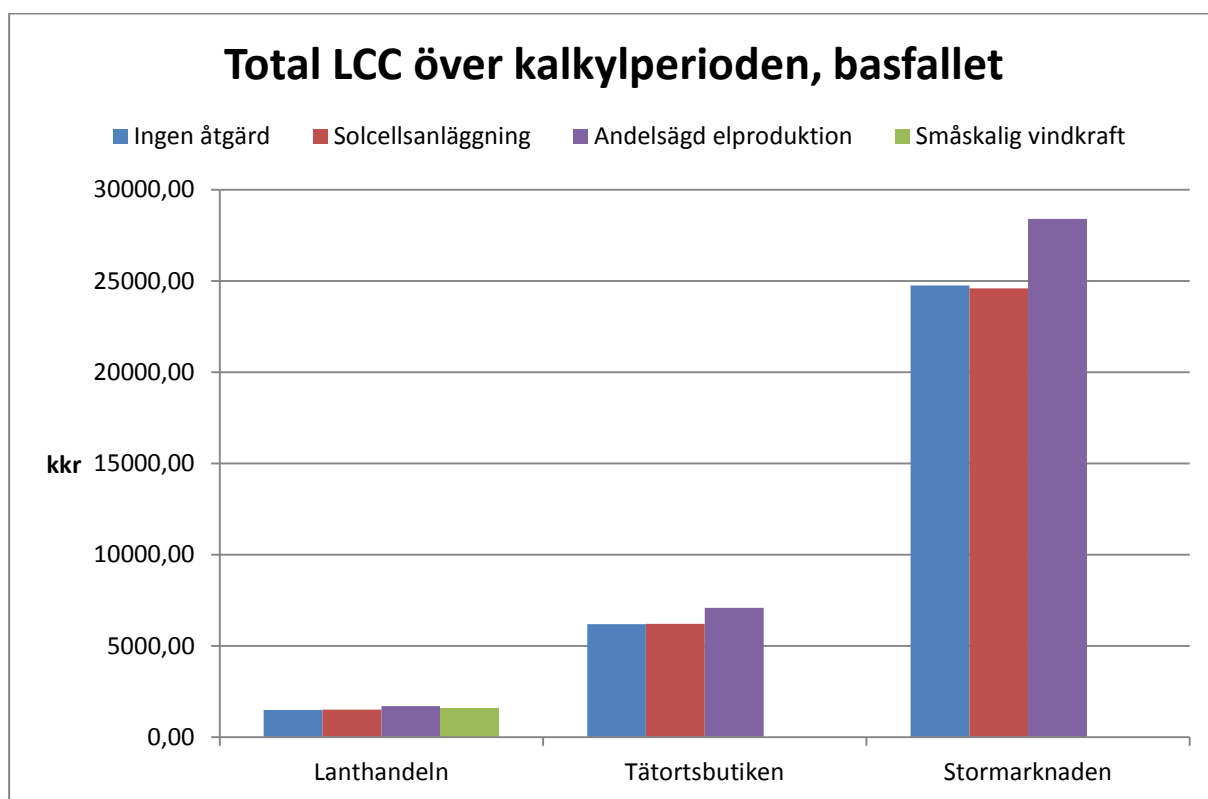
5 Resultat

5.1 Lönsamhetspotential – beräknad

Lönsamhetspotentialen för olika investeringsalternativ utvärderas genom LCC-kalkyler, där total LCC och ackumulerat kassaflöde räknas fram.

Först utvärderas lönsamhetspotentialen enligt ett basfall för indata (elpris m.m.), detta benämns nedan för "Basfallet". Därefter görs även en känslighetsanalys på elpriset.

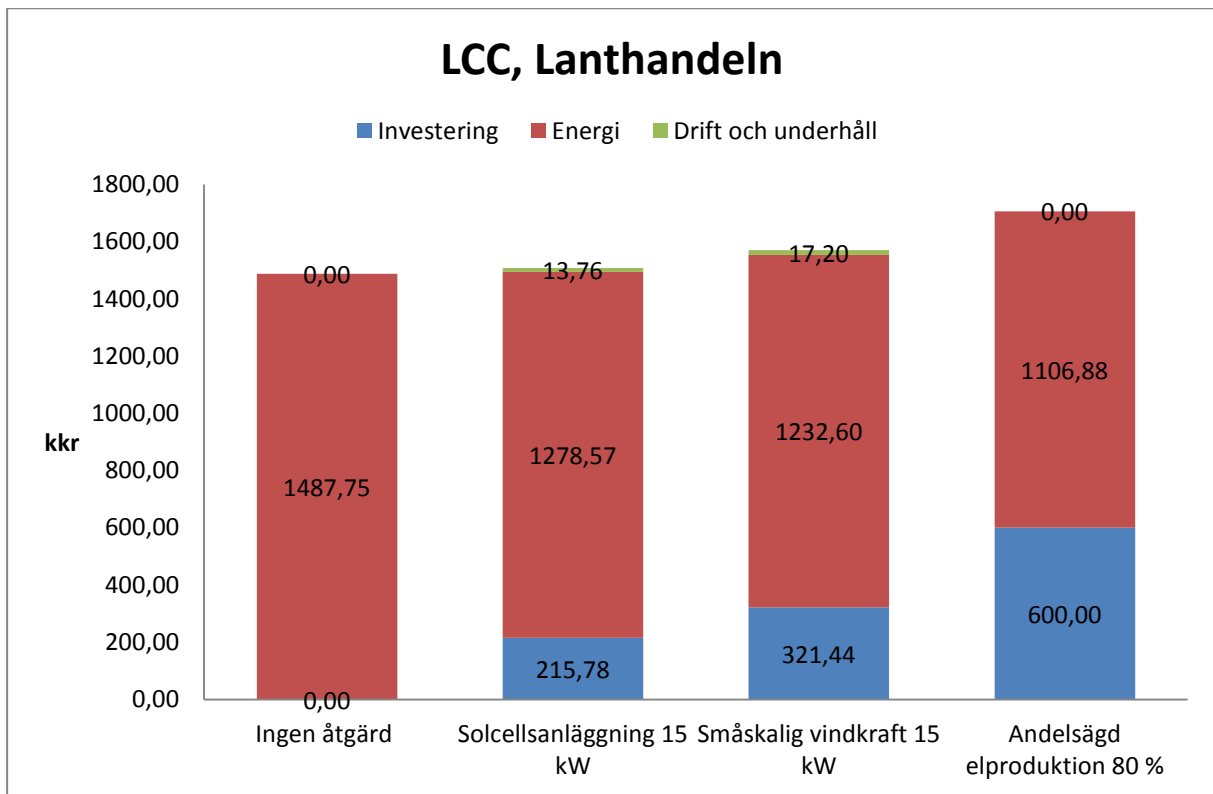
Nedan presenteras total LCC för de tre olika butikstyperna och för de olika investeringsalternativen, detta resultat är för basfallet. Figur 2 nedan visar att för basfallet så är den dyraste (minst lönsamma) åtgärden att investera i andelsägd elproduktion. De andra alternativen har väldigt likvärdig total LCC, solceller är marginellt mer lönsamt för stormarknaden än att inte göra några investeringar. Eftersom det är små skillnader i LCC och samtidigt osäkerheter i indata till kalkylen, är det lämpligt att genomföra en känslighetsanalys för utvalda parametrar.



Figur 2, Total LCC för olika de olika butikstyperna för olika investeringsalternativ i basfallet

Figure 2, Total LCC for various different store types for various investment options in the base case

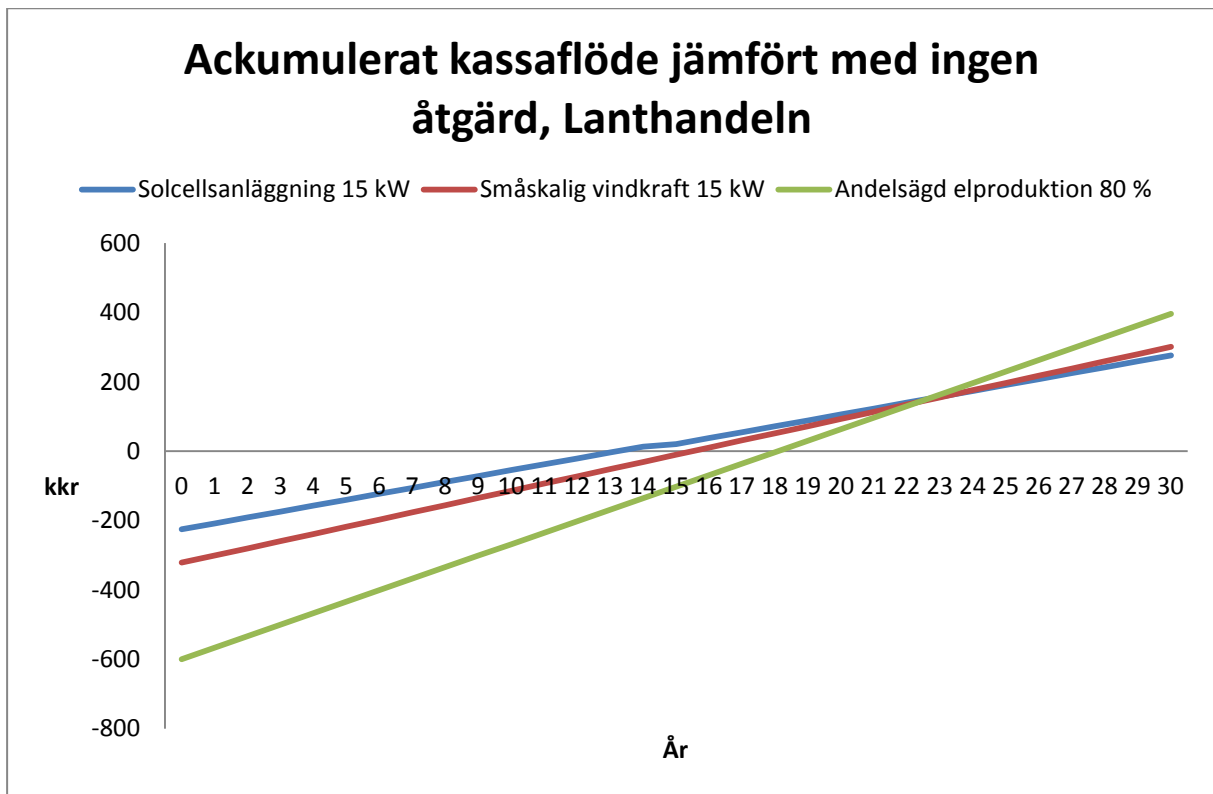
Den totala LCC består av kostnad för investeringar, energi samt drift och underhåll. I Figur 3 presenteras LCC uppdelat på kostnadskategorier för lanhandeln. Det mest lönsamma alternativet är det som har lägst total LCC, i detta fall att inte göra några åtgärder alls. Figur 3 visar även att det är kostnaderna för köpt energi som har störst påverkan för total LCC, lägst påverkan har drift och underhåll. Detta innebär att elpriset är en viktig faktor som påverkar resultatet och om elpriset skulle vara högre, så skulle det vara mer lönsamt med investeringar i egen elproduktion.



Figur 3, LCC per kostnadskategori för lanthandeln

Figure 3, LCC by expense category for the country store

Med hjälp av beräknade LCC-värden kan det ackumulerade kassaflödet över tid för de olika investeringsalternativen tas fram. Det ackumulerade kassaflödet visar hur kassaflödet förändras vid en investering, då en besparing eller intäkt erhålls jämfört med fallet att inte göra en investering. De ackumulerade kassaflödena för de olika investeringsalternativen visas i Figur 4 för lanthandeln. När det ackumulerade kassaflödet blir positivt så har investeringen återbetalat sig själv, t.ex. så är solcellsanläggningen (15 kW) återbetald efter ca 13 år. Det bör dock återigen påpekas att vi här har räknat med att man själv finansierar hela investeringen. Andra affärsupplägg såsom leasing eller lån till investeringen ger helt andra kassaflöden.



Figur 4, Ackumulerat kassaflöde för investeringsalternativen hos lanthandeln

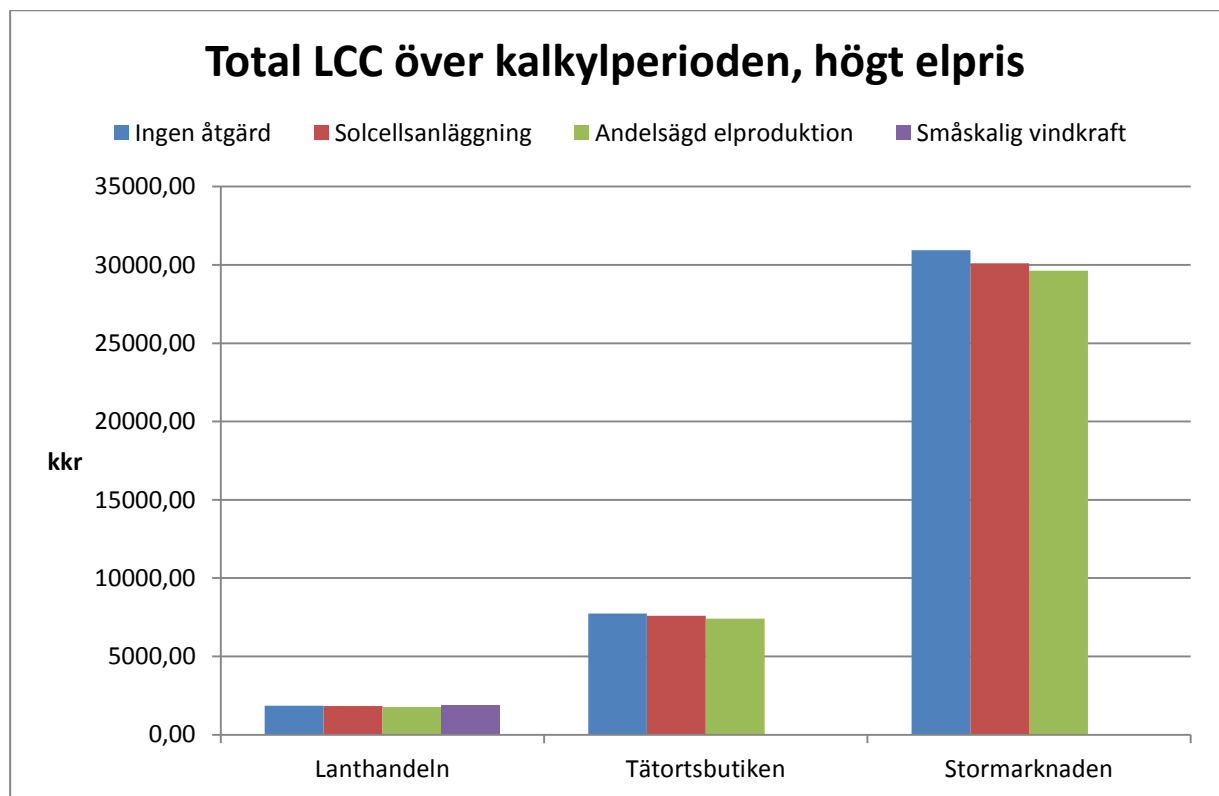
Figure 4, Accumulated cash flow for investment options in the country store

5.2 Känslighetsanalys

Kalkylarket som använts för LCC-beräkningarna gör det möjligt att göra känslighetsanalyser för ett flertal parametrar som t.ex.:

- Elpriser
- Diskonteringsränta
- Anläggningars kapacitet/utbyte
- Anläggningars investeringskostnader

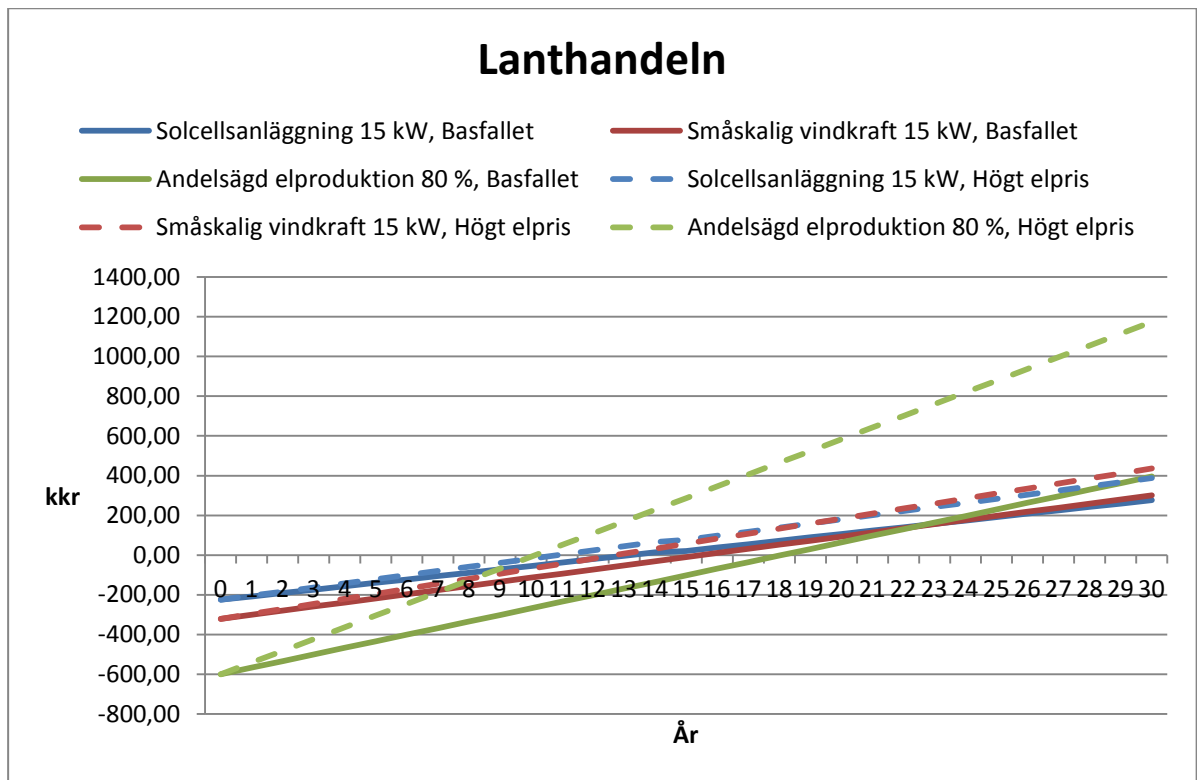
För att undersöka elprisets påverkan på resultatet görs en känslighetsanalys där ett högre elpris används. Detta scenario benämns "Högt elpris" nedan. Resultatet från detta jämförs med basfallet och presenteras i ett diagram för total LCC, samt i följandediagram med ackumulerade kassaflöden.



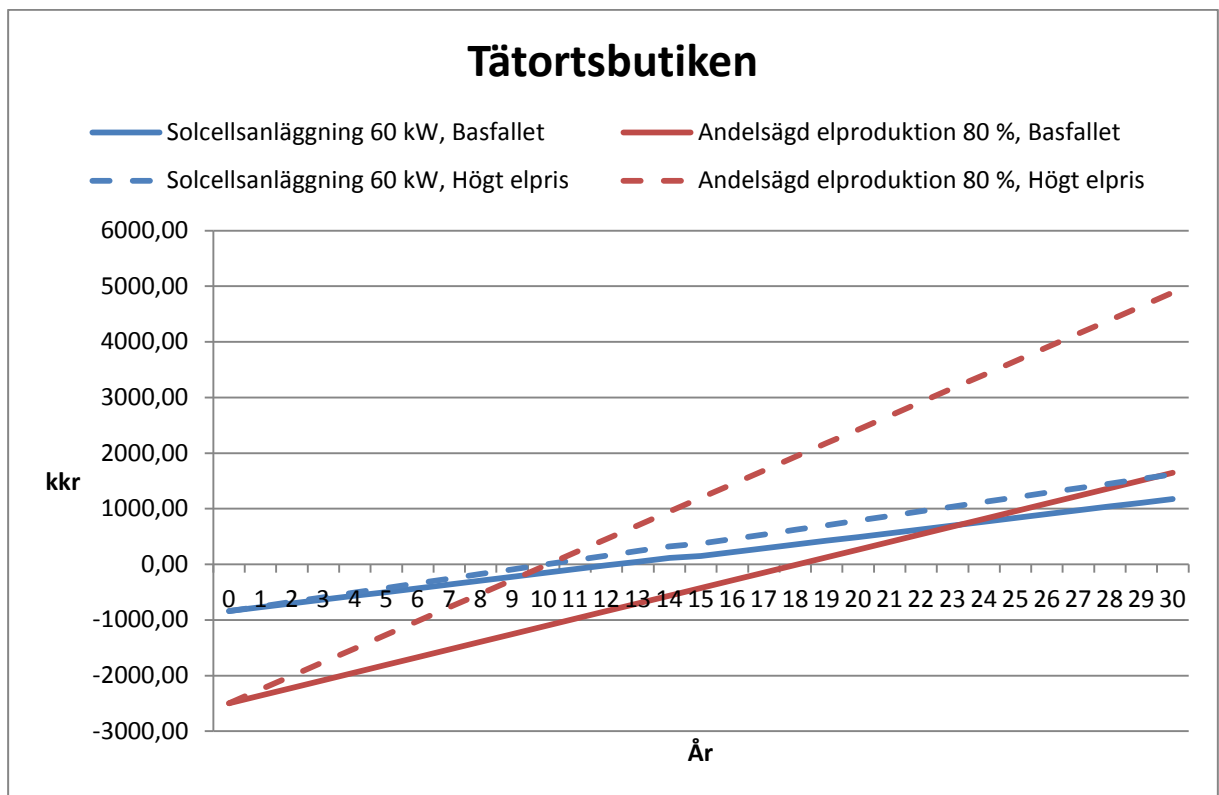
Figur 5, Total LCC för olika de olika butikstyperna för olika investeringsalternativ i fallet med högre elpris

Figure 5, Total LCC for various different store types for various investment options in the case of higher electricity price

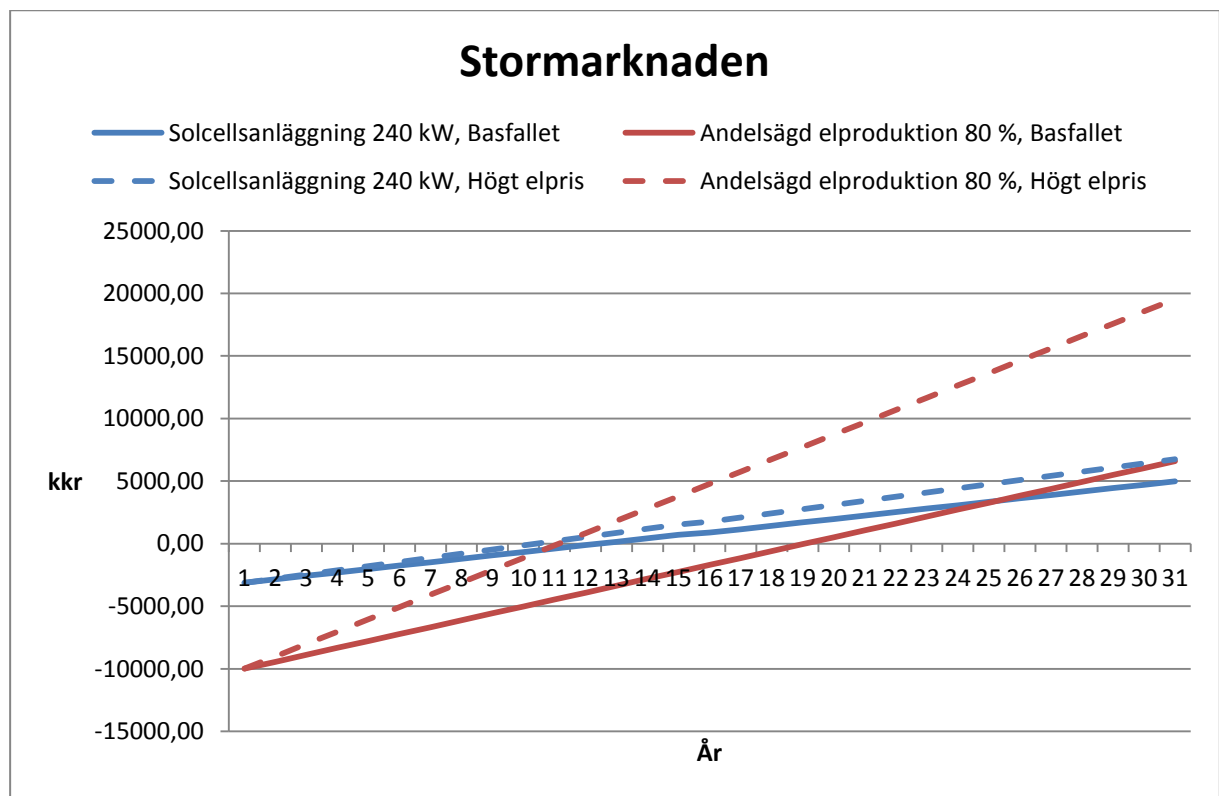
Resultaten för total LCC vid det högre elpriset visar att det är något mer lönsamt att investera i egen elproduktion jämfört med att inte göra någonting alls. Bäst lönsamhet i samtliga fall har andelsägd elproduktion. Diagrammen med ackumulerat kassaflöde visar att återbetalningstiden för investeringsalternativen minskar vid ett högre elpris. För lanthandeln får andelsägd elproduktion kortast återbetalningstid (ca 10 år). För tätortsbutiken och stormarknaden får andelsägd elproduktion och solcellsanläggningarna ungefär lika lång återbetalningstid (10 – 11 år).



Figur 6, Känslighetsanalys för lanthandelns investeringsalternativ
 Figure 6, Sensitivity analysis of investment options for the country store



Figur 7, Känslighetsanalys för tätortsbutikens investeringsalternativ
 Figure 7, Sensitivity analysis of investment options for the urban store



Figur 8, Känslighetsanalys för stormarknadens investeringsalternativ

Figure 8, Sensitivity analysis of investment options for the supermarket

5.3 Diskussion

LCC-kalkylerna tyder på att ett högre elpris än idag gör det mer lönsamt att investera i egen elproduktion för de studerade butiksalternativen. Payoff-tider runt 10 år nås med bara ca 20 % högre elpris än idag. Som brukligt ser vi också att större anläggningar har bättre lönsamhet, främst beroende på relativt sett lägre investeringskostnader.

Solcellsanläggningar är generellt mer lönsamma än andelsägd vindkraft idag, men med ca 20 % högre elpris är lönsamheten ungefär lika god. Det ska dock påpekas att det redan med dagens elpriser sett över solcellsanläggningens kalkylperiod är mer lönsamt att investera än att inte göra det.

6 Litteraturreferenser

- [1] Rolfsman L et al; "Värmeåtervinning med värmepump från livsmedelskylsystem i butik", BeLivs, BP04 2014
- [2] Rolfsman L et al; "Dörrar på öppna kyldiskar och anpassning av kylsystem i butik", BeLivs, BP04 2014
- [3] Kovacs P, Wahlgren P; "Solenergipotential i Västra Götalandsregionens fastigheter", SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2012
- [4] Energimyndigheten; "Uppföljningen av utvecklingen för investeringar i solenergi", Energimyndigheten, ER 2014:29, 2014
- [5] Lindahl J; "National Survey Report of PV Power Applications in SWEDEN 2013", Uppsala Universitet, 2013
- [6] Svensk solenergi; "www.svensksolenergi.se/fakta-om-solenergi/solkyla", åtkomst 2015-01-26
- [7] Tabrizi H; "Energieffektivisering – Integrerat värmesystem mellan bostäder och livsmedelsbutik", Examensarbete Chalmers Tekniska Högskola Institutionen för bygg- och miljöteknik, 2009
- [8] Ekman M, Svärdsjö D; "Energieffektivisering i livsmedelsbutiker i Stockholms skärgård", Examensarbete KTH Skolan för industriell teknik och management, EGI-2012-065MSC, 2012
- [9] Arias J et al; "Energieffektivisering av mindre livsmedelsbutiker i glesbygden/skärgård", Slutrapport i projekt finansierat av Länsstyrelsen i Stockholms län och Tillväxtverket, KTH Institutionen för Energiteknik, 2012
- [10] Broy A, Sourkounis C; "Guidelines for renewable Energy based Supply System for various types of buildings", Konferensartikel, ENERGYCON 2014 IEEE International, 2014
- [11] Nohlgren I et al; "El från nya och framtida anläggningar 2014", Elforsk, Rapport 14:40, 2014
- [12] Ruin S; "Marknadsöversikt små vindkraftverk i Sverige", Svensk Vindkraftförenings sektion för småskalig vindkraft, 2014
- [13] Svensk Vindkraftförening; "<http://svensk-vindkraft.org/vart-arbete/smaskalig-vindkraft/>", Åtkomst: 2015-02-02
- [14] Energimyndigheten; "<https://cesar.energimyndigheten.se>", Åtkomst: 2015-01-29
- [15] Vindlov; "<http://www.vindlov.se/>", Åtkomst: 2015-02-02
- [16] Kovacs P et al; "Konkurrenskraftig soldriven komfortkyla", Svensk Fjärrvärme, Rapport 2009:20, 2009
- [17] ClimateWell; "<http://www.climatewell.com/suncool-collectors> ", Åtkomst: 2015-02-03
- [18] OX2; "<http://www.ox2.com/projekt-och-referenser/referenser/foretag/polarbrod-vill-bli-100-sjalvforsorjande-pa-fornybar-el/>", Åtkomst: 2015-02-03
- [19] Polarbröd; "<http://www.polarbrod.se/om-polarbrod/vart-hallbarhetsarbete/fragor-om-vindkraft-och-transporter/>", Åtkomst: 2015-02-03
- [20] Ikea; "IKEA Group Sustainability Report FY14", Hållbarhetsrapport tillgänglig på www.ikea.se, 2014
- [21] Öppen fjärrvärme; "<http://www.oppenfjarrvarme.se/> ", Fortum, 2014
- [22] Energimyndigheten; "Energianvändning i handelslokaler", ER 2010:17, 2010
- [23] Solel i Sala & Heby Ekonomisk Förening, hemsida; "<http://solelisalaheby.se/>", åtkomst 2015-02-17
- [24] Bartusch C; "Andelsägande i solel ur ett hushållsperspektiv", Elforsk rapport 11:34, 2011
- [25] Jensen S et al; "Konceptbutiken som närmar sig noll – förstudie", LÅGAN rapport, 2014
- [26] Landfors K, "Energieffektivisering i livsmedelsbutiker", ÖNET slutrapport, 2000-04-28
- [27] Winton; "<http://www.winton.se/produkt-10kw.html>", Åtkomst: 2015-02-27
- [28] Solklart; "<http://www.sol-klart.se/?page=39&id=14>", Åtkomst 2015-02-27

Bilaga A. Data till LCC-kalkyler

Indata anläggningar

Investeringskostnaden för solcellsanläggningar varierar med anläggningens topp effekt enligt tabellen nedan [11]. Vidare har investeringskostnaden för växelriktare uppskattats baserat på värden från [11].

För småskalig vindkraft har specifik investeringskostnad samt fullasttimmar per för ett verk med 12.5 kW topp effekt använts [27].

För andelsägd elproduktion har en investeringskostnad på 6 000 kr per andel använts, där en andel berättigar till inköp av 1 MWh el per år till förmånligt pris.

Anläggning/ komponent	Fullast- timmar per år (h/år) ¹⁰	Investerings- kostnad idag (kkr/kW)	Drift- & underhålls- kostnad (kkr/kW)	Uppskattad livslängd (år)
Solceller, 15 kW	950	15	0,08	25
Solceller, 60 kW	950	14	0,08	25
Solceller, 240 kW	950	13	0,08	25
Växelriktare, 15 kW	-	23	-	15
Växelriktare, 60 kW	-	86	-	15
Växelriktare, 240 kW	-	239	-	15
Småskalig vindkraft, 15 kW	1160	15,12	0,1	20

Övriga indata

Alla priser är exklusive moms.

Parameter	Basfallet	Högt elpris
Diskonteringsränta, exklusive inflation	6 %	6 %
Energiprisökning, el ¹¹	3 % per år	3 % per år
Kalkylperiod	20 år	20 år
Elpris	800 kr/MWh	1 000 kr/MWh
Elpris spot	250 kr/MWh	500 kr/MWh
Elpris andelsel	544 kr/MWh	544 kr/MWh
Elcertifikatpris	190 kr/MWh	190 kr/MWh
Energiskatt el	294 kr/MWh	294 kr/MWh

¹⁰ Nettoutbyte el per kW topp effekt (kWh/kW) för fallet solcellsanläggning

¹¹ Rörliga energiprisökningar utöver generell/allmän inflation/kostnadsökning

Bilaga B. Hinder för förnybar energitillförsel

Typ av hinder	Beskrivning	Undanröjning av hinder
Tekniska hinder		
Begränsad takyta	Takytan är begränsande för en optimal storlek på solcellsanläggning	1. Titta på om alternativet med en mindre anläggning ändå är intressant lönsamhetsmässigt. 2. Titta på andra alternativ som andelsägd elproduktion.
Lastdimensionering tak	Taket klarar inte av den extra last som en solcellsanläggning skulle innebära	1. Titta på alternativet med andelsägd elproduktion. 2. Se om anläggningen ändå kan bli lönsam inräknat den extra kostnaden för en takförstärkning.
Butiksläge	Butikens läge medför att småskalig vindkraft inte är lämpligt	1. Titta på alternativet med andelsägd elproduktion. 2. Titta på alternativet med solceller
Butikens orientering	Butikens orientering innebär att man inte kan få fullt optimal elproduktion från solceller	1. Se om anläggningen ändå kan bli lönsam inräknat den minskade elproduktion detta medför. 2. Titta på alternativet med andelsägd elproduktion.
Juridiska hinder		
Servitut	Extern utleverans av värme kan innebära att servitut krävs för kulvert	Rådgör med en fastighetsjurist vad detta kan innebära på kort och lång sikt.
Fastighetsägare/hyresgäst	Butiken är hyresgäst och äger inte byggnaden man har verksamhet i vilket kan begränsa handlingsfriheten	Rådgör med en fastighetsjurist vad detta kan innebära på kort och lång sikt.
Ekonomiska hinder		
Likviditetskrav	Inte sällan har man krav på likviditet inom handeln, exempelvis genom att kräva att investeringar alltid skall ha positiva kassaflöden	1. Se till att de kalkyler du får presenterade för dig innehåller denna typ av analys. 2. Fundera på om leasing eller liknande affärsupplägg kan medföra detta.
Lönsamhetskrav	Ägare har ofta olika, inte sällan för höga, avkastningskrav på en investering	1. Använd inte payoff som lönsamhetsmodell 2. Räkna resultatpåverkan och LCC 3. Titta på alternativet att låna till investeringen
Känslomässiga hinder		
Tillit till leverantörer	Brist på tillit till säljare av produkter är ett inte ovanligt hinder	Anlita ett beställarstöd som kan hjälpa dig i din upphandlingsprocess och som kan ställa de rätta frågorna.