

Miljöanalys av en utbyggnad av fjärrvärmenätet till Asmundtorp

LUNDS UNIVERSITET

Linnéa Andersson

Examensarbete på Civilingenjörsnivå
Avdelningen för Energihushållning
Institutionen för Energivetenskaper
Lunds Tekniska Högskola | Lunds Universitet



Miljöanalys av en utbyggnad av fjärrvärmenätet till Asmundtorp

Linnea Andersson

Januari 2018, Lund

Sammanfattning

Uppvärmning i småhus bidrar till olika typ av miljöpåverkan, vilket delvis beror på vilken uppvärmningsform som används. Landskrona Energi AB önskar bygga ut sitt fjärrvärmenät till en ort som heter Asmundtorp, som ligger utanför Landskrona stad. På så vis skulle de kunna avskaffa en gammal panncentral som finns på orten, som drivs på flis och olja, och dessutom få fler fjärrvärmekunder. För att möjliggöra den investering det innebär att ansluta orten till fjärrvärmenätet underlättar det att få bidrag från Klimatklivet, som är ett statligt stöd till åtgärder som minskar koldioxidutsläppen.

Denna studie har bedömt den miljömässiga aspekten i att koppla in Asmundtorp till fjärrvärmenätet. Innebär det en miljönytta att Asmundtorp är anslutet till fjärrvärmenätet jämfört med att invånarna på orten har kvar sin nuvarande uppvärmningsform, och i så fall hur stor blir denna miljönytta? Två fall har jämförts; inkoppling av fjärrvärme respektive inte inkoppling av fjärrvärme ur klimatsynpunkt och resurseffektivitetssynpunkt.

Orten har kartlagts med avseende på vilka uppvärmningsformer som används på orten och i vilken omfattning dessa används. Denna kartläggning baserades på en enkät som skickats ut till invånarna, samt en rapport som visar panncentralens förbrukning. Fjärrvärmen som Asmundtorp skulle få om orten kopplades in till fjärrvärmenätet kan komma från både Lund, Landskrona och Helsingborgs fjärrvärmeproduktioner eftersom de tre städernas fjärrvärmenät sammanhänger med varandra. För att studera bränslemixen som en inkoppling av orten skulle kunna innebära har det sammanhängande nätet simulerats med ett verktyg som kan beskriva produktionen då efterfrågan i nätet ökar. Bedömningarna av de olika uppvärmningsformerna beskrivs ur ett framtidsperspektiv med tidshorisonten 20 år. Det som studeras är alltså vilken miljöpåverkan uppvärmningen innebär i framtidens energisystem. Analysen fokuserar på klimatpåverkan och resurseffektivitet och jämför dessa miljöpåverkanskategorier för fallet då orten ansluts till fjärrvärme och för fallet då orten inte ansluts till fjärrvärme. Vilken elproduktionssammansättning som ortens förbrukning skulle innebära i framtiden är osäkert, varför elens miljöpåverkan bedöms efter ett flertal elscenarion. Eftersom det även råder osäkerhet i fjärrvärmens framtida produktionssammansättning bedöms även denna på flera sätt.

Den vanligaste uppvärmningsformen på orten är värmepumpar, men även elpanna är vanligt. Detta innebär att förbrukningen av el är mycket större än förbrukningen av flis, pellets, olja och ved. När klimatpåverkan och resurseffektivitet beräknas för fallet då orten inte ansluts till fjärrvärme skiljer sig resultaten mycket beroende på vilket elscenario som beräkningarna baseras på. Resultaten visar att fallet då Asmundtorp ansluts till fjärrvärme har lägre klimatpåverkan och är betydligt resurseffektivare än fallet då orten inte ansluts till fjärrvärme. Detta samband gäller för alla elscenarion och fjärrvärmesammansättningar som beräknats, även det med lägst miljöpåverkan.

Resultaten påvisar att Landskrona Energi AB kan göra en miljönytta med en inkoppling av fjärrvärme till Asmundtorp. Hur stor denna miljönytta blir är starkt beroende av hur elens och fjärrvärmens produktionssammansättningar kommer att se ut.

Abstract

Heating in single family houses contribute to various kinds of environmental impact, which partly depends on which heating form that is used. Landskrona Energi AB wishes to build its district heating network to a village called Asmundtorp, located outside the town Landskrona. By doing so, they would be able to resign an old boiler at the village, which runs on wood chips and oil, and get more district heating customers. To enable the investment needed for connecting the village to the district heating network, it helps getting contributions from Klimatklivet, which is a state support for interventions that reduces carbon dioxide emissions.

This study has assessed the environmental aspects of connecting Asmundtorp to the district heating network. Is it environmentally beneficial to connect Asmundtorp to the district heating network compared to that the inhabitants keep their present heating form, and if so, how big are the environmental benefits? The study compares two cases, a connection of district heating and a non-connection of district heating from a climate and a resource efficiency point of view.

The village has been charted in terms of which heating forms that are used at the village and to which extent. The chart was based on a questionnaire sent out to inhabitants, as well as a report showing the consumption of the boilers. If Asmundtorp is to be connected to the district heating network, the heat supply can come from production in Lund, Landskrona and Helsingborg, because the district heating networks of these three towns are connected with each other. To study the fuel mix that the connection of the village would mean, the joined network has been simulated with a tool that can describe what the production consists of when the demand in the network increases. The assessments of the different heating forms are described from a future perspective with a time horizon of 20 years. The environmental impact from heating in a future energy system, is therefore studied. The analysis focuses on climate change and resource efficiency and compares these environmental impact categories for the case when the village is connected to district heating and for the case when the village is not connected to district heating. Predictions of the mix of electricity production related to the future village consumptions are hard to make and would entail a high degree of uncertainty. Thus, the environmental impact is assessed from several potential electricity scenarios. Due to the uncertainty about the future district heating production mix the district heating will also be assessed in several ways.

The most common heating form in the village is heating pump, but also electric boiler is common. This means that the consumption of electricity is much higher than the consumption of wood chips, pellets, oil and wood. When the climate impact and the resource efficiency is calculated for the case when the village is not connected to district heating, the results differ a lot depending on which electricity scenario the calculations are based on. The results show that the case when Asmundtorp is connected to district heating have a lower climate impact and is significantly more resource efficient than the case when the village is not connected to district heating. This relationship is applicable for all the electricity scenarios and district heating production mixes that have been calculated.

The results indicate that Landskrona Energi AB can make environmental benefits by connecting district heating to Asmundtorp. How big these environmental benefits will be is strongly dependent of how the production mix for the district heating and the electricity.

Förord

Denna studie är ett examensarbete som genomförts under hösten 2017 på uppdrag av Landskrona Energi AB och Institutionen för Energivetenskaper på Lunds Tekniska Högskola vid Lunds Universitet. Examensarbetet är den avslutande delen i min civilingenjörsutbildning inom Ekosystemteknik med specialisering mot energisystem.

Jag vill rikta ett stort tack till alla som funnits till hands under processens gång och på olika sätt bidragit till att denna studie kunnat genomföras.

Stort tack till min handledare Kerstin Sernhed vid LTH för allt stöd och kunnande som du delat med dig av under alla delar av examensarbetet.

Tack till min handledare Axel Johansson på Landskrona Energi AB för alla idéer både innan arbetet och under arbetets gång.

Tack Mårten Berdenius och Mattias Olsson på Landskrona Energi AB för goda råd och material ni delat med er av.

Tack Beata Matulaniec på Landskrona Energi AB för information du gett mig om produktionen och dess utsläpp.

Tack Fredrik Hörberg på Öresundskraft för hjälp med simuleringen av fjärrvärmenätet.

Tack Viktoria Ekberg på E.ON för hjälp med elförbrukningen.

Tack Daniella Alexandersson och Katarina Rosberg för hjälp med utskick av enkäten till Asmundtorp.

Tack alla på Landskrona Energi AB för att jag fick lära känna er och vara en del av er arbetsplats.

Linnea Andersson

Lund, januari 2018

Innehåll

Sammanfattning.....	3
Abstract	4
Förord.....	5
1 Inledning.....	9
1.1 Syfte	9
1.1.1 Problemformulering	10
2 Bakgrund	11
2.1 Miljöpåverkan från uppvärmning.....	11
2.1.1 Klimatpåverkan	11
2.1.2 Resurshushållning.....	11
2.1.3 Övrig miljöpåverkan.....	12
2.2 Fjärrvärme i Landskrona	12
2.2.1 Produktion hos Landskrona Energi	12
2.2.2 Produktion hos Öresundskraft, Landskrona Energi och Kraftringen	14
2.2.3 Distribution mellan Öresundskraft, Landskrona Energi och Kraftringen.....	14
2.2.4 Distribution i Landskronas fjärrvärmenät.....	15
2.2.5 Jämförelse mellan miljöpåverkan för värmepumpar och fjärrvärme	16
3 Fallstudie: Asmundtorp	17
3.1 Litet nuvarande nät.....	17
3.2 Inkoppling av Asmundtorp.....	18
4 Teori	19
4.1 Konsekvensanalys	19
4.1.1 Marginalproduktion.....	19
4.2 Livscykelanalys	20
4.2.1 Funktionell enhet.....	21
4.2.2 Systemgräns.....	21
4.2.3 Avgränsningar	21
4.2.4 Miljöpåverkansfaktorer	21
5 Metod.....	23
5.1 Energikartläggning	23
5.2 Energiomvandling i fastigheter	23
5.3 Miljöpåverkan för uppvärmningssätt	24
5.3.1 El i ett framtidsperspektiv	24

5.3.2	Förbränning i villapannor och panncentral.....	25
5.3.3	Utsläppsvärden	25
5.4	Fjärrvärmens miljöpåverkan.....	25
5.4.1	Fjärrvärmens produktionsmix	25
5.4.2	Simulering av inkoppling	26
5.4.3	Miljövärden för bränslen till fjärrvärmeproduktion	28
5.4.4	Miljöpåverkan för byggnation av fjärrvärmenät	29
5.5	Anslutningsgrad.....	29
5.5.1	Vilka ansluter sig.....	29
5.6	Värdering av metodval för elscenario	30
6	Resultat.....	32
6.1	Energikartläggning Asmundtorp	32
6.2	Fjärrvärmens miljövärden	36
6.3	Miljöpåverkan för att ansluta respektive att inte ansluta Asmundtorp till fjärrvärmenätet ...	39
6.3.1	Klimatpåverkan	39
6.3.2	Resurseffektivitet.....	40
7	Diskussion	42
7.1	Jämförelse miljöpåverkan.....	42
7.2	Miljöpåverkan då orten inte ansluts till fjärrvärme	42
7.2.1	Energikartläggning	42
7.2.2	Medel/marginalproduktion	42
7.3	Miljöpåverkan då orten ansluts till fjärrvärme	42
7.3.1	Medel/marginalproduktion	42
7.3.2	Sammankoppling av tre fjärrvärmebolag	43
7.3.3	Produktionsmix	43
7.3.4	Historiska data och framtidsbedömning	43
7.4	Framtidsblickande	43
7.4.1	Uppvärmningstillförsel Asmundtorp.....	43
7.4.2	Elanvändning Sverige.....	44
7.4.3	Fjärrvärmemarginal	44
7.4.4	Förändring av fjärrvärmens produktion och användning	44
7.5	Avgränsningar	45
7.5.1	Fjärrvärmemarginal	45
7.5.2	Miljöpåverkanskategorier.....	45
7.5.3	Allokering avfall.....	45
7.6	Andra studier på området	45

7.7	Resultatens betydelse för samhället.....	46
7.8	Framtida studier.....	46
8	Slutsatser	47
9	Referenser.....	48
	Bilaga 1. Miljöpåverkan per kWh för olika uppvärmningsformer	50
	Bilaga 2. Simulering.....	52
	Bilaga 3. Enkät	53

1 Inledning

Miljöpåverkan från uppvärmning av fastigheter är beroende av (förutom mängden förbrukad energi) vilka uppvärmningssätt och vilka bränslen eller energikällor som används och hur dessa är producerade. För småhus i Sverige är det vanligaste uppvärmningssättet idag direktverkande el, elpannor eller värmepumpar (45 %), följt av förbränning av biobränsle, såsom ved och pellets (33%). Fjärrvärme är ett vanligt uppvärmningssätt i flerbostadshus och lokaler i Sverige idag, men mindre vanligt i småhus där fjärrvärme endast utgör 19 % av den energi som går till uppvärmning i småhus (Energimyndigheten, 2017). Vid vissa uppvärmningssätt uppkommer utsläppen framförallt under produktionen i stora anläggningar, så som för fjärrvärme och el, medan för andra uppvärmningssätt sker utsläppen vid förbränningen i fastighetens panna, så som för biobränslen och olja.

I denna studie görs en värdering av vilken påverkan en konvertering till fjärrvärme har för utsläppen av koldioxid och resursanvändning (uttryckt som primärenergi) i orten Asmundtorp, som är ett samhälle 9 km från Landskrona i Skåne. Orten Asmundtorp är belägen i relativ närhet till en transmissionsledning för fjärrvärme som går mellan Landskrona och Lund. Landskrona Energi AB undersöker nu möjligheten att bygga ut fjärrvärmenätet och ansluta hushåll i Asmundtorp till fjärrvärme. En viktig anledning till detta är naturligtvis att fjärrvärmebolaget önskar öka sin kundbas för försäljning av fjärrvärme. Ur ett samhällsperspektiv kan en konvertering till fjärrvärme medföra minskad miljöpåverkan från uppvärmningen i villasamhället Asmundtorp.

Landskronas fjärrvärmenät är sammankopplat med Lund och Helsingborgs fjärrvärmenät genom stora transitledningar. Detta påverkar angreppssättet för miljövärdering av fjärrvärmen som Asmundtorp skulle använda om orten ansluts till fjärrvärmenätet, eftersom fjärrvärmen kan vara producerad antingen i Lund, Landskrona eller Helsingborg.

Naturvårdsverket administrerar investeringsstödet Klimatklivet för lokala och regionala åtgärder som minskar utsläppen av koldioxid. Investeringen det innebär att bygga ut fjärrvärmenätet till orten Asmundtorp kan vara kostsam för fjärrvärmebolaget eftersom att Asmundtorp är ett värmeglest villasamhälle. Om dock satsningen är en utsläppsminskande åtgärd skulle Landskrona Energi AB kunna få stöd från Klimatklivet för investeringen.

Denna studie ska analyseras om en inkoppling av fjärrvärme till Asmundtorp innebär en miljönytta, och i så fall hur stor denna nytta är. Därför ska ett byte från de befintliga uppvärmningsformerna på orten till fjärrvärme miljömässigt värderas. Resultaten kan sedan användas som underlag till Landskrona Energi AB:s ansökan till Klimatklivet.

1.1 Syfte

Målet med studien är att ta fram ett underlag där potentiell miljönytta av en konvertering till fjärrvärme från dagens befintliga uppvärmningssystem i Asmundtorp analyseras, med fokus på klimatpåverkan och resurshushållning. Parametrar som har betydande roll i miljöpåverkansbedömningen ska analyseras, samt hur en förändring av dessa parametrar kan påverka utsläpp av växthusgaser och resurshushållning. De beräkningar som ska genomföras görs med utgångspunkt från ett livscykelanalysperspektiv - där miljöpåverkan för den eventuella anslutningen för de närmaste 20 åren beräknas.

Studiens resultat förväntas rendera i ett underlag som kan användas av Landskrona Energi för att guida till ett beslut vad gäller en utbyggnad av fjärrvärmenätet till Asmundtorp, och för underlag till i en eventuell ansökan om bidrag inom Naturvårdsverkets satsning Klimatklivet. Det kan också användas som underlag till kundinformation.

1.1.1 Problemformulering

De frågeställningar som studien tar upp formuleras nedan.

- **Vad är den eventuella miljönyttan för ett byte från nuvarande energislag till fjärrvärme för Asmundtorp?**
 - Vilka uppvärmningssätt finns i området idag och vilken miljöpåverkan ger dessa uppvärmningssätt upphov till? För att undersöka uppvärmningssituationen genomförs en enkätstudie av de boende i Asmundtorp. Informationen från enkätsvaren kompletteras med historiska data för elförbrukning från elleverantören.
 - Hur ska orten energikartläggas på ett sätt som beskriver verkligheten väl? Kartläggningen utmanas av att svarsfrekvensen inte är 100 %, att invånarna gör antaganden om sin förbrukning och att det råder ovisshet om hur uppvärmningsbehovet ser ut i framtiden.
 - Ska uppvärmningssätten betraktas som medelproduktion eller marginalproduktion? Hur kan man se på elproduktionssammansättning i ett framtidsperspektiv? För att få kunskap om dessa frågor görs en litteraturstudie.
 - Hur ska miljövärdet beräknas för motsvarande användning av fjärrvärme från Landskrona Energi AB?
 - Är en ny användning av värme från Landskronas fjärrvärmeproduktion att se som marginalvärme, eller hur ska den värderas? Fjärrvärmenätet ska simuleras för att förstå vilken produktion en ny last motsvarar.
 - Hur ska allokeringen av fjärrvärme och därmed fjärrvärmens miljövärden angripas från det specifika områdets perspektiv, med kunskapen om att de tre fjärrvärmenäten i Landskrona, Lund och Helsingborg är ihopsatta? Skall data om bränslemix hämtas från rapporterade, historiska data, eller ska studien anta ett framåtblickande perspektiv som tar hänsyn till prognoser om framtida bränslemix? Dessa frågeställningar ska angripas genom intervjuer av personer på fjärrvärmebolagen och att studera produktionsrapporter.

2 Bakgrund

Kapitlet beskriver de mest väsentliga parametrarna för miljöpåverkan från uppvärmning för att läsaren ska få bakgrundskunskap om de miljöparametrar som sedan kommer att beräknas. Fjärrvärmens produktionssammansättning och fjärrvärmens distributionsförutsättningar skiljer sig mycket mellan olika städer. För att läsaren lättare skall kunna förstå studiens metodval kommer det i detta kapitel beskrivas hur fjärrvärme i Landskrona fungerar.

2.1 Miljöpåverkan från uppvärmning

Uppvärmning ger upphov till miljöpåverkan av olika slag, såväl vid förbränning av ett bränsle som vid transporter, tillverkning av material till energislaget, utvinning och distribution.

2.1.1 Klimatpåverkan

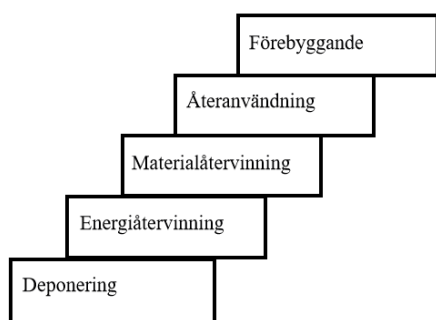
Riksdagen har satt upp ett mål för att minska påverkan på klimatet. Detta mål är formulerat som: ”Den globala medeltemperaturökningen begränsas till långt under 2 grader Celsius över förindustriell nivå och ansträngningar görs för att hålla ökningen under 1,5 grader Celsius över förindustriell nivå. Sverige ska verka internationellt för att det globala arbetet inriktas mot detta mål” (Naturvårdsverket, 2017).

Människan orsakar global uppvärmning på flera sätt, t ex genom förändrad markanvändning från skog till jordbruksmark eller urbana miljöer och förbränning av fossila bränslen, vilka ger nettoutsläpp av koldioxid och andra växthusgaser. Den rådande ekonomiska tillväxten och befolkningsökningen bidrar också till ett påskyndande av den globala uppvärmningen. Den globala uppvärmningen i sin tur leder bland annat till höjd havsnivå, smältande glaciärer, torka, översvämningar, ökad spridning av astma, allergier och sjukdomar och utrotning av växt- och djurarter (MacMillan, 2016).

2.1.2 Resurshushållning

Resurshushållning i ett miljöperspektiv syftar till att ta hand om naturens resurser på ett sådant sätt så att de inte utarmas. Mineraler och näringsämnen som finns i produkter måste i ett kretsloppsperspektiv föras tillbaka till sitt naturliga kretslopp så att de kan fylla sin funktion i naturen, alternativt återanvändas till en ny produkt för människan. Att konsumera resurser utan hänsyn till omhändertagande av produkterna resulterar i att högre koncentrationer av ämnen som är giftiga för människor, djur och miljö frigörs. Fossila bränslen är ändliga och efter att ha förbränt dem går det inte att återföra dem till deras ursprungliga form. Förbränning av förnybara bränslen ingår i ett kretslopp och har möjlighet att återanvändas många gånger (MacMillan, 2016). Att hushålla med naturens resurser ger följderna så som minskade utsläpp av försurande och övergödande ämnen, minskade utsläpp av partiklar, minskad energianvändning och minskade växthusgasutsläpp, vilka ingår i flera av riksdagen bestämda miljömål (Naturvårdsverket, 2015). För att uppvärmningen ska bli mer resurshushållande krävs ett byte från fossila bränslen till förnybara bränslen och att vi på ett effektivt sätt tar tillvara på de bränslen som används för värmeproduktion.

Avfallstrappan, som illustreras i Figur 1, visar hur vi ska hantera våra produkter och vårt avfall för att hushålla väl med våra resurser. I första hand ska vi förebygga, alltså minska konsumtionen av produkter. I andra hand ska vi återanvända produkter. Nästa steg i avfallstrappan är materialåtervinning, vilket innebär att man använder materialet för att tillverka en ny produkt. Om inte detta kan göras ska energiåtervinning ske, vilket innebär att energi utvinns genom en förbränning av avfallet. Längs ner i trappan finns deponering som det sista steg man utför när ovanstående inte är möjliga. (Lindqvist, 2016).



Figur 1. Avfallstrappan

I fjärrvärmeproduktion är det vanligt att använda avfall som bränsle i anläggningarna. Enligt avfallstrappan bör detta endast ske med det avfall som inte kunnat förebyggas, återanvändas eller materialåtervinnas. I både småskalig förbränning och förbränning i fjärrvärmeanläggningar används olika typer av träbränslen, t ex ved, GROT, RT-flis och pellets. Enligt avfallstrappan gäller att förbränning av dessa bränslen bör, likt avfallet, ske endast då förebyggande, återanvändning och materialåtervinning inte är möjlig (Svantesson, 2015).

2.1.3 Övrig miljöpåverkan

Uppvärmning har förutom klimatpåverkan och påverkan på naturens resurser också annan miljöpåverkan, t ex utsläpp av kväveoxider och partiklar, som leder till försurning och hälsoskadlig luftkvalitet.

Småskalig eldning till uppvärmning såsom ved, olja och pellets släpper ut t ex partiklar och kväveoxider. En undersökning av småskalig eldning i Skåne gjordes under 2013 och visade att utsläppen av kväveoxider från småskalig uppvärmning utgjorde 5 % av de totala utsläppen för kväveoxider i Skåne. Motsvarande siffra för partiklar uppgick till 30 %. Av de utsläpp som kom från uppvärmning stod vedpannor och oljepannor tillsammans för 70 % av utsläppen av kvävedioxider, medan vedpannor och halmpannor stod för den största delen av utsläppen av partiklar, på ca 80 % (Johansson, 2016).

I kraftvärmeverk sker förbränning av många olika bränslen, exempelvis avfall, flis, olja och naturgas. Utsläppen som förbränningen ger upphov till är beroende av vilket bränsle som använts samt förbrännings- och reningstekniken. Ett kraftvärmeverk släpper förutom koldioxid även ut exempelvis svaveldioxid, stoft, tungmetaller och kolmonoxid (Naturvårdsverket, 2005).

2.2 Fjärrvärme i Landskrona

Fjärrvärmeproduktionen i Landskrona sker på ett stort kraftvärmeverk och på mindre panncentraler. Landskrona Energi har ett samarbete med Öresundskraft, som är verksam i Helsingborg, och Krafringen, som är verksam i Lund med omnejd, på så sätt att fjärrvärme transporteras mellan städerna via långa ledningar. Storleken och riktningen av värmetransporten beror på balansen av produktion och efterfrågan mellan de olika städerna.

2.2.1 Produktion hos Landskrona Energi

Kraftvärmeverket som tillhör Landskrona Energi AB heter Energiknuten och har funnits sedan 2012. Innan det fanns eldade man i större utsträckning naturgaspannor och flispannor och man använde även de panncentraler som finns i staden i större utsträckning.

På Energiknuten förbränns PTP som står för papper, trä och plast. Bränslet är en utvald del av det brännbara avfallet, som i huvudsak kommer från industri men också från hushåll, berättar Mikael Ågren¹ som är driftchef på Energiknuten. Innan avfallet kommer till kraftvärmeverket sorteras svårförbränt material bort t ex fuktiga produkter och metall. Bränslet anländer till Energiknuten som en luktfri och torr produkt mald till småbitar, vilket kan ses i bilden nedan (Figur 2). Bränslet kommer från Sverige men också Norge och Storbritannien, ofta som returfrakt av varor som exporteras. Landskrona Energi AB får betalt för att ta hand om bränslet. På Energiknuten används också biogas som kommer från deponi och reningsverk.



Figur 2. Bränsle fångas upp med en gripklo på Energiknuten.

På Energiknuten finns förutom den stora pannan för PTP, också 2 flispannor och 2 gaspannor på vardera 10 MW. Flispannorna är igång på vinterhalvåret och förbränner flis från skogsindustrin. Viktmässigt står PTP för 85% medan skogsflis står för 15% av bränslet som används på Energiknuten (Landskrona Energi, 2017). Om kraftvärmeverket varit avstängt behövs pannan eldas med olja vid uppstarten.

Kraftvärmeverket har en klassisk ångcykel där fjärrvärmevattnet värmeväxlas med vattnet i ångcykeln i kondensorn. På Energiknuten sker rökgasrening och rökgaskondensering. Dessa hjälper till att både effektivisera processen och minska utsläppen. I rökgaserna finns svaveldioxid, kolmonoxid, koldioxid, kväveoxider, vattenånga, syrgas, ammoniak och partiklar, vilka det görs mätningar på.

Energiknuten har möjligheten att förbränna mer än vad efterfrågan av fjärrvärme kräver. Ågren¹ beskriver att om man exempelvis vill producera mycket el och inte behöver lika stor mängd fjärrvärme, finns kylare på taket där man kan skicka ut överskottsvärmen. Det finns även en ackumulatortank där man kan lagra varmvatten när energin inte behövs. Denna rymmer 6000 m³ vilket motsvarar 200 - 220 MWh värmeenergi.

För att få rätt tryck på ingående fjärrvärmevatten till kondensorn och på framledningarna ut från verket pumpas vattnet i det så kallade pumphuset som syns på bilden nedan (Figur 3). I pumphuset reglerar man så att framledningen till Lund har en högre temperatur än framledningen till Landskrona stad har eftersom temperaturen på vattnet sänks ca 2 - 3 grader i sin transport till Lund.

¹ Mikael Ågren, Driftchef Landskrona Energi AB, Intervju den 11 augusti 2017



Figur 3. Pumphuset

Landskrona Energi AB har två spillvärmeproducenter, Boliden Bergsöe och Befesa Scan Dust. Boliden Bergsöe är ett smältverk för bly som smälter ner uttjänta blybatterier för att kunna sälja blyet till batteriindustrin (Boliden, 2017). Befesa Scan Dust är ett stålåtervinningsföretag som återvinner det stoft som bildas vid tillverkning av rostfritt stål (Befesa Scan Dust, 2017). Den spillvärme som uppkommer vid processen hos industrierna används till uppvärmning av fjärrvärmevatten.

Landskrona energi har fyra panncentraler som är sammankopplade till stadens fjärrvärmenät och är belägna på olika platser i staden. Dessa pannor eldas med olja eller naturgas. Panncentralerna utgör bara en liten del av produktionen eftersom de främst är igång under kalla vinterdagar.

2.2.2 Produktion hos Öresundskraft, Landskrona Energi och Krafringen

Totalt sett har Landskrona, Helsingborg och Lunds fjärrvärmenät många produktionsanläggningar av olika storlek. Öresundskraft har ett stort kraftvärmeverk som heter Filbornaverket som förbränner hushållsavfall. De har även ett mindre kraftvärmeverk som heter Västhamnsverket, där man förbränner träpellets. Förutom kraftvärmeverken har de värmepumpar, spillvärme från kemisk industri, deponigas och en panncentral med eldningsolja.

Krafringens stora kraftvärmeverk heter Örtoftaverket vid vilken det förbränns skogsflis och returträflis. Liknande bränslemix används även på ett mindre kraftvärmeverk som kallas Återbruket. På ett tredje kraftvärmeverk som kallas Gunnesboverket förbränns bioolja, biogas och naturgas. Krafringen driver ett flertal värmepumpar, en biooljepanna, naturgaspannor, en pelletspanna och en biogaspanna. De har även ett flertal spillvärmeleverantörer, t ex ett sockerbruk och forskningsanläggningen MAX IV.

Anläggningarna har olika funktion i systemet. Vissa är i drift nästan hela året och fungerar som baslastproduktion som t ex Filbornaverket och Energiknuten. Spillvärmeleveranser är också jämnt fördelade över året. Andra anläggningar är avstängda på sommaren, som t ex flisanläggningar som Örtoftaverket och flera av värmepumparna. Olje- och gaspannorna i systemet fungerar som topplastproduktion.

Vissa av anläggningarna har ett avtal som ger dem möjlighet att producera mer fjärrvärme än vad som efterfrågas vilket leder till att fjärrvärmen kyls bort, exempelvis om stor elproduktion är önskvärt. Energiknuten och Örtoftaverket har denna typ av avtal medan Filbornaverket inte har det.

2.2.3 Distribution mellan Öresundskraft, Landskrona Energi och Krafringen

Fjärrvärmenätet i Landskrona har speciella förutsättningar eftersom det är sammankopplat med fjärrvärmenäten i Helsingborg och Lund.

Ledningen som går mellan Landskrona och Helsingborg kallas överföringsledningen och har varit i bruk sedan 2005 (Öresundskraft, 2017). Ledningen mellan Landskrona och Lund, som kallas för

Evitaledningen, invigdes hösten 2015. Tillsammans är ledningen mellan de tre städerna 29,5 km lång och de tre fjärrvärmenätens hopbyggnad utgör därmed Sveriges längsta sammanhängande fjärrvärmenät (Löfström, 2017).

Med hjälp av ledningarna mellan städerna kan produktionen optimeras på ett sätt som gör att produktionen kan maximeras för de anläggningar som är fördelaktiga att ha i drift och därmed stänga av små anläggningar som är dyra i drift. Detta beror på att det finns fler möjligheter att täcka de laster som finns i systemet, oavsett var lasterna befinner sig, när näten är sammankopplade. Utifrån mätning av differenstrycket mellan framledningen och returledningen på några ställen i Landskrona kan man avgöra om överföringen ska öka eller minska från Helsingborg och Lund och även om flödet från den egna produktionen ska öka eller minska. Landskrona har en ganska begränsad överkapacitet, vilket också delvis är anledningen till att ledningarna mellan städerna byggdes.

Produktionen styrs efter hela systemets totala produktionskostnad. Vid planering av driften ses nätet som gemensamt, och det spelar därför ingen roll var värmen produceras så länge som den totala produktionskostnaden i hela systemet minimeras. Man skulle kunna tolka detta som att hela nätet har samma produktionsmix, men bokföringsmässigt har varje bolag ansvar för sina egna anläggningar.

2.2.4 Distribution i Landskronas fjärrvärmenät

Fjärrvärmenätet i Landskrona består av ledningar av både små och stora dimensioner. De tjockaste ledningarna är överföringsledningarna och de smalaste leder fram till enskilda villor.

När vatten transporteras i fjärrvärmeledningarna sjunker trycket, både i fram- och returledningen. Samtidigt får trycket på fjärrvärmen verken vara för högt eller för lågt. Mellan kundens framledning och returledning måste det finnas en viss tryckskillnad för att kundens fjärrvärmecentral ska kunna fungera. I ledningen får trycket inte vara för högt så att det finns risk att skada utrustningen och det ska heller inte vara för lågt för att inte riskera att vattnet börjar koka. Med rätt tryck ut från produktionen, och med pumpning och ventiler ute i nätet kan dessa krav på trycket upprätthållas (Fredriksen & Werner, 2013).

De ledningstyper som finns är huvudledningar, fördelningsledningar och servisledningar. Huvudledningarna har högst tryck och störst diameter. Överföringsledningarna mellan Helsingborg, Landskrona och Lund är huvudledningar och så är även ledningarna till och från produktionen på Energiknuten. Anläggningarna i staden, såsom Energiknuten, spillvärmeleverantörer och panncentraler är sammankopplade med huvudledningar. Från huvudledningarna grenar fördelningsledningarna ut sig, som är av mindre dimension. Servisledningarna har den minsta dimensionen och fungerar som kopplingen mellan kundens fjärrvärmecentral och fördelningsledningen. I Figur 4 nedan kan man se fördelningsledningar av en liten dimension.



Figur 4. Fjärrvärmeledningar under konstruktion. Avstick på ledningarna kommer leda fjärrvärmen till framtida byggnader.

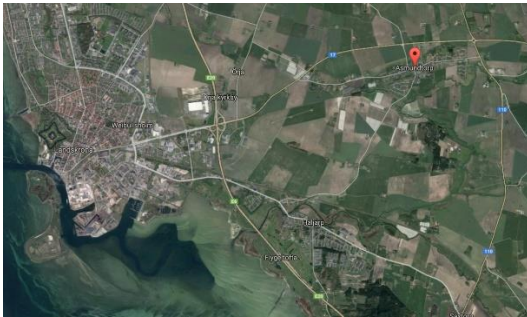
Ledningarna består av vattenrör som ofta är gjort i stål, men kan också vara gjort i koppar. Detta omges av ett lager av isolerande skum som i sin tur omges av en plastmantel. Rör beräknas ha en livslängd på 50 - 100 år, vilket beror på många faktorer, såsom hur väl svetsarbete är utfört och hur väl man förebygger och spårar läckor till vilket klimat det utsätts för och vilken temperatur och tryck nätet har.

2.2.5 Jämförelse mellan miljöpåverkan för värmepumpar och fjärrvärme

Flera studier har gjorts där uppvärmningssätt har jämförts med varandra. Ett examensarbete från Lunds Tekniska Högskola jämförde fjärrvärme och värmepumpar i Lunds kommun genom en hållbarhetsanalys (Bergman & Persson, 2014). Detta examensarbete jämför bergvärmepump, luft/vattenvärmepump och fjärrvärme för tre olika fastigheter; ett småhus, ett mindre flerbostadshus och ett större flerbostadshus. Denna rapportens resultat visade på lägst klimatpåverkan för fjärrvärmen, som dessutom hade högst resurseffektivitet. Näst lägst klimatpåverkan hade bergvärmepump och sedan luft/vattenvärmepump. Deras analys kom även fram till att miljövärderingen av marginalbränslen har stor inverkan på resultatet.

3 Fallstudie: Asmundtorp

Asmundtorp är ett samhälle ungefär en mil öster om Landskrona som har 1563 invånare. (Statistiska Centralbyrån, 2017). På orten finns exempelvis en skola, kyrka, livsmedelsaffär, idrottsförening, bilhandlare, plastindustri, plantskola och hembygdsförening. Från samhället är det bussförbindelser till Landskrona som ligger ungefär 9 km bort. Samhället är beläget öster om Landskrona och är omgivet av jordbruksmark, vilket Figur 5 nedan beskriver. Merparten av invånarna på orten bor i villor, även om det finns ett fåtal lägenheter. Fastigheterna på orten har blandad ålder. Vissa hus är byggda under tidigare hälften av 1900-talet medan det även finns hus byggda under 70-, 80- och 90-talet.



Figur 5. Karta över Asmundtorp och Landskrona

3.1 Litet nuvarande nät

Idag finns ett litet fjärrvärmenät i Asmundtorp som Landskrona Energi AB äger. Detta försörjer en skola, ett äldreboende, ca fem villor och ett flerbostadshus med den uppvärmning de behöver.

Fjärrvärmeproduktionen för detta nät äger rum i en panncentral som är belägen mitt i samhället. Där finns tre pannor; en oljepanna för fossil olja och två flispannor. De två flispannorna ser ut som Figur 6 visar. År 2016 producerade dessa tillsammans ca 2300 MWh värme som användes av de anslutna kunderna. Eftersom oljepannan är förbränningstekniskt lättare att reglera än flispannorna används oljepannan när lasten förändras eller när lasten är väldigt liten. Flispannorna har ett flertal gånger inte fungerat optimalt och har därför krävt mycket skötsel. Grannar har haft klagomål på lukt från panncentralen, vilket framförallt skett på sommaren eftersom det då är som svårast att hålla förbränningen på rätt nivå. Fjärrvärmebolaget sköter transport av bränsle till pannorna och skötsel av pannorna.

Vart fjärde år görs mätningar på de två flispannorna och oljepannan i Asmundtorp för att kontrollera om utsläppsvärden av stoft, kolmonoxid, koldioxid och kväveoxider ligger inom kraven för gällande miljötillstånd. Vid mätningen 2016 fann man att den ena flispannan släppte ut lite mer stoft än vad som är normalt för en flispanna, men koncentrationerna av kolmonoxid, koldioxid och kväveoxider var något under vad som är normalt för en flispanna. För oljepannan var koldioxidkoncentrationen något över det normala för oljeeldning men övriga halter var något under det normala för oljeeldning (Larsson, 2016).



Figur 6. Flispannor i Asmundtorp

3.2 Inkoppling av Asmundtorp

Häljarp är ett samhälle som ligger sydöst om Landskrona, med nästan 3000 invånare, alltså ungefär dubbelt så stort som Asmundtorp. Tidigare har Häljarp inte varit anslutet till fjärrvärmenätet, men Landskrona Energi AB har haft en panncentral där som förbränt flis och olja och som har svarat för uppvärmning åt ett område som inkluderar några hushåll och en skola. Panncentralen liknar i stor grad den panncentral som finns i Asmundtorp.

Eftersom Häljarp inte ligger så långt från Evitaleddningen som går till Lund har Landskrona Energi AB valt att dra en fjärrvärmeledning från Evitaleddningen till Häljarp och på så vis integrera Häljarp till det fjärrvärmenät som finns i resten av Landskrona. I och med denna inkoppling stängs den gamla panncentralen och invånarna i Häljarp får möjlighet att ansluta sina hus till fjärrvärmenätet. Det är ungefär 800 m från Häljarps avstick på Evitaleddningen till första kunden i Häljarp och denna ledning passerar en å och ett järnvägsspår. Ledningen började byggas år 2016 och i nuläget pågår anslutning av kunder.

Fjärrvärmebolaget Landskrona Energi AB är intresserade av att koppla in Asmundtorp till Landskronas stads fjärrvärmenät. För energibolaget skulle det innebära att inte längre behöva använda den gamla panncentralen och därmed bli av med problem som den ger upphov till, samt att få ytterligare fjärrvärmekunder.

Det har byggts en pumpstation på Evitaleddningen vid Tofta, som ligger i närheten av Häljarp. Detta för att fjärrvärmen till Häljarp ska ha rätt tryck. Avsticket till Häljarp finns i denna pumpstation. Asmundtorp ligger nordöst om pumpstationen och när pumpstationen byggdes gjordes också ett avstick här för att det skulle vara möjligt att koppla in Asmundtorp till fjärrvärmenätet om fjärrvärmebolaget väljer att göra det. Det är nödvändigt att tryckreglera inkommande fjärrvärme till både Häljarp och Asmundtorp, eftersom den långa ledningen mellan Landskrona och Lund innebär tryckfall. Genom att avsticket till Häljarp och Asmundtorp är på samma plats kan deras tryck regleras samtidigt. En inkoppling av fjärrvärme till Asmundtorp skulle innebära en ledning på ca 3500 m mellan pumpstationen och den plats där panncentralen i Asmundtorp finns idag.

4 Teori

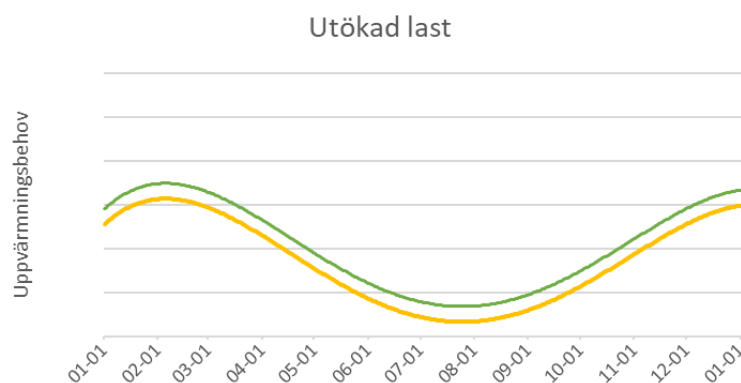
Följande kapitel kommer att presentera hur man i teorin bör betrakta miljöpåverkan i denna studie, då ramarna för studien är en miljöpåverkansbedömning för uppvärmningsformer 20 år framåt i tiden. Det tas även upp hur produktionssammansättningar kan se ut och hur studien kan följa ett livscykelanalysperspektiv.

4.1 Konsekvensanalys

Miljöpåverkan som ett energislag ger upphov till kan värderas på flera sätt. Två vanliga sätt är att värdera antingen ur ett bokföringsperspektiv eller ett konsekvensperspektiv. Bokföringsperspektivet används för att bedöma den direkta miljöpåverkan en produkt har, i denna studies fall uppvärmningsform. Om alla uppvärmningsformer sedan summeras ska resultatet täcka alla utsläpp som finns för området. Vid en konsekvensanalys vill man istället beskriva vilka utsläpp en förändring av användningen innebär (Martin Erlandsson, 2014). När syftet är att studera vilken miljöpåverkan en konvertering till fjärrvärme från andra uppvärmningskällor har i ett specifikt samhälle, handlar det om ett framtidsblickande där konsekvenserna av förändringen bör utredas. En sådan studie bör därmed utföras i form av en konsekvensanalys (Bergman & Persson, 2014).

Då en konsekvensanalys utförs beräknas marginalproduktionen, och när en bokföringsanalys utförs beräknas medelproduktionen. En förändring på ett system resulterar i att produktionen också måste förändras för att fylla det nya behovet. Denna förändring av produktionen kallas marginalproduktion.

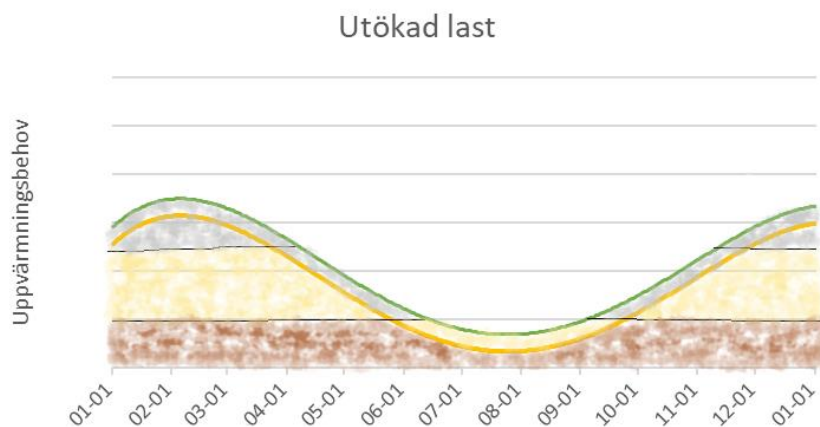
4.1.1 Marginalproduktion



Figur 7. Uppvärmningsbehovets profil under ett år för ett referensfall (orange) och med en utökad last (grön)

Figur 7 ovan visar ett exempel på hur uppvärmningsbehovet kan variera under ett år i ett område. Lasten är starkt beroende av utomhustemperatur, vilket kan ses i bilden där vintermånaderna har högst last. De två linjerna beskriver ett referensfall samt ett fall där ett system får en utökad last. Skillnaden mellan de två linjerna i figuren är det som utgör marginalen. Marginalproduktion innebär den produktion som sker på grund av en förändring som skett på ett system. I en energiproduktion förändras nyttjandegraden av ett visst bränsle, och därmed bränslesammansättningen på hela systemet (Gode et al, 2015). Ett exempel på när detta sker är när man ansluter ett nytt område till fjärrvärme och där fjärrvärmesystemet får en utökad last, vilket bland annat leder till att produktionen måste öka. Vilka produktionsanläggningar som kommer att försörja den nya lasten beror på de olika produktionsanläggningarnas rörliga marginalkostnader – samt vilken anläggning som har utrymme att producera mer. I första hand används de anläggningar som har lägst marginalkostnader att producera.

I Figur 8 nedan visas ett exempel på hur sammansättningen skulle kunna se ut i ett fjärrvärmenät över året. Det finns basproduktioner - som t ex avfallsförbränning, säsongproduktioner - som t ex en flispanna och, toppproduktioner - som t ex en gaspanna. I ett fjärrvärmesystem används generellt basproduktionen till sin fulla kapacitet. När basproduktion inte räcker förbränner man det näst billigaste bränslet, tills det nått sin fulla kapacitet och så lägger man till förbränning av nästa bränsle enligt prioriteringsordningen att billigast går först. Bränslesammansättningen på en utökad last visar, såsom i exemplet nedan, att en utökning av lasten en viss period får den sammansättning som har högre kostnad än det bränsle som normalt har högst kostnad av de bränslen som förbränns den perioden.



Figur 8. Skiss över produktionssammansättning i ett fjärrvärmenät under ett år i ett referensfall (orange) och med utökad last (grön). Produktionen består av basproduktion (brun), säsongproduktion (gul) och toppproduktion (grå).

I elsystemet ingår, liksom i fjärrvärmesystemet, olika produktionssätt och produktionsoptimeringen har samma teoretiska grund. Den stora skillnaden mellan fjärrvärmesystemet och elsystemet är att fjärrvärmesystem normalt täcker en stad, medan ett elsystem sträcker sig till hela landet. Det är även möjligt att se hela norden alternativt hela EU som ett elsystem eftersom el köps och säljs hela tiden mellan länderna. Hur elproduktionen kan komma att se ut om lasten förändras är svårt att förutse eftersom det beror på många faktorer om hur elproduktionen ser ut i framtiden. Styrmedel kommer att påverka priser för dels vilken produktion man väljer att bygga ut, men också vilken produktion man väljer ska vara i drift vid varje tillfälle. Annat som påverkar är bränslepriser, vilket beror på utbudet i Sverige, men även utanför landets gränser. Politiska beslut sätter många ramar för hur elproduktionen kan komma att se ut i framtiden. För att bedöma en framtida energianvändning och en förändring på ett system ska man i teorin använda sig av konsekvensanalys, och därmed beräkna efter marginalproduktionen. I Sköldbergs och Ungers rapport *Effekter av förändrad elanvändning / elproduktion* (Sköldberg & Unger, 2008) har det tagits fram olika scenarion på hur sammansättningen i elproduktionen skulle kunna se ut i ett framtidsperspektiv på 20 år. Rapporten har beräknat sammansättningen för den produktion som en utökning av lasten i Sverige skulle innebära om den ökade med 5 TWh.

4.2 Livscykelanalys

En livscykelanalys kan göras på alla typer av varor och tjänster. Den har som syfte att mäta miljöpåverkan på produkten som studeras, från vaggan till grav. En livscykelanalys måste innehålla vissa moment för att beskriva vad det är som studeras och vilka begränsningar det finns med studien. När livscykelanalyser görs i syfte att jämföra produkter med varandra är det viktigt att produktsystemens funktioner är jämförbara. Miljöpåverkan för olika uppvärmningssätt i Asmundtorp kommer att angripas med ett livscykelanalysperspektiv. Dock görs ingen fullständig livscykelanalys i denna studie eftersom

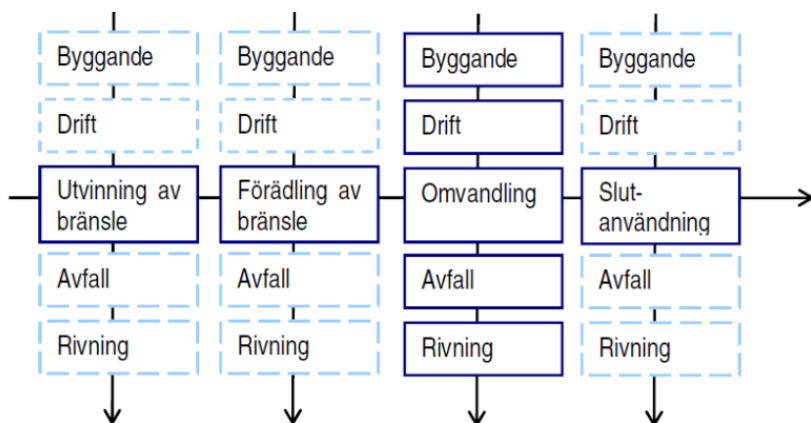
jag t ex inte tar hänsyn till byggande av kraftverk och kraftvärmeverk och att datakvaliteten inte är tillräckligt överensstämmande för att göra en livscykelanalys.

4.2.1 Funktionell enhet

Den funktionella enheten för studien är energi till uppvärmning och tappvarmvatten som de eventuellt anslutna fastigheterna skulle förbruka per år. Tidsperspektivet blickar framåt till de närmsta 20 åren.

4.2.2 Systemgräns

Studien är en värdering av olika uppvärmningsformers miljöpåverkan, där fjärrvärmeanslutning av hushållen på orten ska jämföras med det som är utgångsläget i dagsläget, det vill säga att ingen nyanslutning görs på orten. Denna studie tar hänsyn till klimatpåverkan och resurseffektivitet. Annan miljöpåverkan, så som försurning eller luftföroreningar är också vid vikt för uppvärmningsformer, men eftersom studien har en begränsad omfattning tas dessa miljöpåverkanskategorier inte med. Utvinning av material, transport och förbränning är inkluderat i studien, vilket ger ett perspektiv som sträcker sig från vagg till grav. Många av energiproduktionernas och bränslenas utsläppsbedömningar härstammar från *Miljöfaktaboken 2011* (Jenny Gode, 2011), som i sin tur gjort ett antal avgränsningar. Det som inkluderas i deras system är utvinning av bränsle, förädling av bränsle, omvandling och slutanvändning. Det som inte inkluderats är byggande, drift, avfall och rivning i faserna utvinning av bränsle, förädling av bränsle och slutanvändning (se Figur 9) eftersom de antas vara så små så att man använder sig av cut-off och därmed exkluderar dem.



Figur 92. Systemgränser för livscykelanalys

4.2.3 Avgränsningar

I en livscykelanalys ses miljöpåverkan från uppvärmningssystemet från vagg till grav, alltså från utvinning av allt material och bränsle, till funktionen som utnyttjas och omhändertagande av avfall. Enligt ISO 14044 kan man exkludera antingen med avseende på massa, energi eller miljörelevans i studien och i min analys avgränsar jag enligt miljörelevans, eller snarare klimatrelevans. De poster som är tillräckligt små (under 2 % av den totala miljöpåverkan) exkluderas.

4.2.4 Miljöpåverkansfaktorer

De miljöpåverkansfaktorer som denna studie tar hänsyn till ska beräknas på de sätt som förklaras nedan.

4.2.4.1 Klimatpåverkan

Klimatpåverkan mäts ofta i koldioxidekvivalenter. IPCC har gett ut klimatpåverkansfaktorer för att kunna balansera de olika växthusgasernas respektive klimatpåverkan till en samlad siffra (Protocol, 2017). Det är dessa klimatpåverkansfaktorer som används i beräkningen.

4.2.4.2 Resurseffektivitet

Resurseffektiviteten mäts i primärenergifaktor, eller PEF. Primärenergi definieras som energi i en naturresurs, exempelvis kol, råolja, solljus eller uran, som inte genomgått någon omvandling eller transformering genom mänskliga aktiviteter. Genom att beräkna primärenergi kan man få en förståelse för livscykelperspektivet på energislagen, och man kan se en storleksordning på all energi som hör till energislaget, så som utvinning, transport, förädling, distribution och förluster. Vidare räknar man ut primärenergifaktorn för energislaget som tillförd primärenergi dividerat på nyttig energi, som i detta fall innebär värme till uppvärmning.

$$PEF = \frac{\textit{tillförd primärenergi}}{\textit{nyttig energi}}$$

(Gode et al, 2012)

5 Metod

För att besvara frågeställningen vad den eventuella miljönyttan för ett byte från nuvarande energislag till fjärrvärme är, har uppvärmningsbehovet på orten tagits fram och kartlagts. Det har även kartlagts hur stor del de inbördes uppvärmningsformerna utgör av den totala uppvärmningen. Miljöpåverkan av olika uppvärmningsformer har tagits fram med det tillvägagångssätt som presenteras i följande kapitel.

5.1 Energikartläggning

De beräkningar av miljöpåverkan som har utförts baseras på specifika data för orten Asmundtorp. Därför har uppvärmningsbehovet kartlagts för att få kunskap om ortens energisituation. För att få kunskap om invånarnas nuvarande uppvärmningsform skickades en enkät ut via post (se Bilaga 3). Invånarna har kunnat svara via post eller via internet på frågor rörande deras uppvärmningssituation, bland annat hur stor deras uppvärmda yta är, vilken deras nuvarande uppvärmningsform är och vilken förbrukning de har i nuläget. Med hjälp av svaren från enkäten har en ungefärlig kartläggning gjorts där det framgår hur mycket energi det går åt av respektive energislag på orten.

Några av enkätsvaren gav inte fullständig information om uppvärmningssituationen, då de exempelvis gav svar på uppvärmningsform men inte information om aktuell förbrukning. I dessa fall har tillgänglig information använts så som uppvärmningsform, ålder på hus, uppvärmd yta och det geografiska området Landskrona kommun - till att beräkna energiförbrukning av uppvärmning och tappvarmvatten med hjälp av Energimyndighetens verktyg Energikalkylen (Energimyndigheten, 2017).

Ungefär 33% av hushållen har svarat på enkäten. Det har inte varit tidsmässigt möjligt för mig att leta upp svar från de hushåll som valt att inte skicka in enkäten. Därför har jag valt att extrapolera informationen som erhållits i enkätsvaren till att gälla hela orten. Det finns genomsnittsdata för uppvärmningsbehov för t ex svenska småhus eller småhus i Skåne (Statistiska Centralbyrån, 2017), vilket skulle kunna användas för de hushåll jag inte har någon kunskap om, men det skulle då inte överensstämma specifikt med orten Asmundtorp.

Som ett ytterligare sätt att undersöka rimligheten i den approximation extrapoleringen medför har underlag även kontrolleras med E.ON, som är elleverantörer i Asmundtorp. Deras data kan ge en uppskattning på om storleken på elförbrukningen för elvärme och värmepumpar överensstämmer med mina antaganden. E.ON:s data ger svar på hur mycket el som går åt till uppvärmning för orten totalt, men eftersom hushållselen är ca $\frac{1}{4}$ av den totala elanvändningen för en villa med direktel, och strax under $\frac{1}{2}$ för en villa med luft/vattenvärmepump (Energimyndigheten, 2017) kan det antas hur mycket el som går åt till uppvärmning. Mängden el som går åt till uppvärmning har jämförts mellan beräkningen från E.ON:s information och informationen som enkätsvaren gav, vilket visade sig överensstämma bra.

Förbrukningsdata för flis och olja hos den panncentral som är belägen i Asmundtorp är hämtad ur produktionsrapporter som Landskrona Energi gör varje år, i vilken det rapporteras vilken energimängd som producerats i alla anläggningar samt energimängden som överförs mellan städerna under året. Genomsnittet för hur mycket panncentralen producerat av vardera bränslet de senaste fem åren ligger till grund för beräkningen om hur mycket panncentralen kommer att producera i framtiden. Genomsnittsdata för dessa år förväntas vara en bra beskrivning på hur produktionen för panncentralen kommer att vara de framtida 20 åren, enligt uppfattningen hos produktionsansvariga på Landskrona Energi AB.

5.2 Energiomvandling i fastigheter

När energi omvandlas från en form till en annan uppstår förluster, varför verkningsgrader för olika energiomvandlingar måste tas hänsyn till i beräkningarna. I en fastighet uppstår förluster när den köpta

energin omvandlas till värme. För beräkning av denna typ av energiomvandling har verkningsgraderna i nedanstående tabell använts.

Tabell 1. Verkningsgrader/värmefaktorer för energiomvandling från köpt energi till värme i fastighet

Verkningsgrad/värmefaktor för energiomvandling i fastighet	
El (elpanna och direktverkande el)	0,95
Olja	0,80
Pellets	0,88
Ved	0,68
Luftvärmepump	2,60
Berg- och jordvärmepump	3,10
Fjärrvärme	0,97

I en fjärrvärmeanläggning uppkommer också förluster. De verkningsgrader som behövs för beräkningarna i denna studie är för de bränslen som används i panncentralen i Asmundtorp, vilket visas i tabellen nedan.

Tabell 2. Verkningsgrader för energiomvandling från bränsle till fjärrvärme i anläggning

Verkningsgrad för energiomvandling i anläggning	
Flis	0,86
Olja	0,85

5.3 Miljöpåverkan för uppvärmningsätt

För att kunna beräkna eventuellt minskad miljöpåverkan för en anslutning av fjärrvärme till orten har det först beräknats vad varje uppvärmningsform har för miljöpåverkan per energienhet. De uppvärmningsformer som har beräknats är den produktionsmix av fjärrvärme som orten skulle få om den anslöts, direktverkande el, elpanna, oljepanna, pellets, ved, luftvärmepump, bergvärmepump, jordvärmepump samt fjärrvärmens som panncentralen producerar. Dessa uppvärmningsformer har sedan bedömts efter hur deras påverkan ser ut i ett framtidsperspektiv på 20 år. Miljöpåverkanskategorierna som studeras är klimatpåverkan och resurseffektivitet. Miljöpåverkan för tillverkningen av värmepump och fjärrvärmecentral exkluderas i studien. Hos värmepumpar står el för den största delen av miljöpåverkan (Nordman, 2007).

5.3.1 El i ett framtidsperspektiv

Miljöpåverkan av eluppvärmningen bedöms utifrån tre valda scenarion från Sköldbergs och Ungers rapport (Sköldberg & Unger, 2008) samt en medel. De olika scenarion om hur elproduktionen kommer att se ut i framtiden kan inte betraktas som en prognos, utan bör ses som tre likvärdiga gissningar, som baseras på en rad omvärldsförutsättningar. De scenarion som skall beräknas är följande:

- Referensscenariot, vilket innebär att 2008 års styrmedel och bränsleprisantaganden enligt Energimyndighetens kontrollstation är gällande.
- Höga fossilbränslepriser, vilket bygger på att priser på fossila bränslen är högre än idag, men i övrigt gäller samma förutsättningar i detta scenario som i referensfallet. Naturgasbaserad elproduktion antas då minska samtidigt som utbyggnad av elproduktion från biobränslen och vindkraft ökar.
- Högt koldioxidpris, vilket beskriver en situation där ett högre koldioxidpris råder som följd av en mycket ambitiös klimatpolitik. Vindkraft antas i detta fall utgöra en större andel och

koldioxidavskiljning och koldioxidlagring kommer att användas i större utsträckning till de fossila bränslen man eldar i kraftverken.

- Medelbelast, vilket är fallet då elen betraktas utifrån de medelvärden för Nordisk elmix som är gällande idag. Detta motiveras med att Asmundtorp är en liten last i systemet sett till hela Sveriges elsystem och att det finns en chans att elanvändningen i Sverige skulle stanna på samma nivå alternativt sjunka något på grund av exempelvis energieffektivisering.

5.3.2 Förbränning i villapannor och panncentral

Vad gäller den pellets, ved, olja och flis som förbränns i villapannor och panncentralen i Asmundtorp antas bränslet ha likadan sammansättning oavsett när på året eller vilket år den förbränns. Detta antagande görs eftersom det anses finnas en relativt stor tillgång på dessa bränslen som inte påverkas nämnvärt under t ex kalla vinterdagar, och att denna tillgång troligtvis är stor även 20 år framåt i tiden. Därmed antas det också att miljöpåverkan för att förbränna dessa bränslen inte har någon skillnad på marginalproduktion och medelproduktion.

5.3.3 Utsläppsvärden

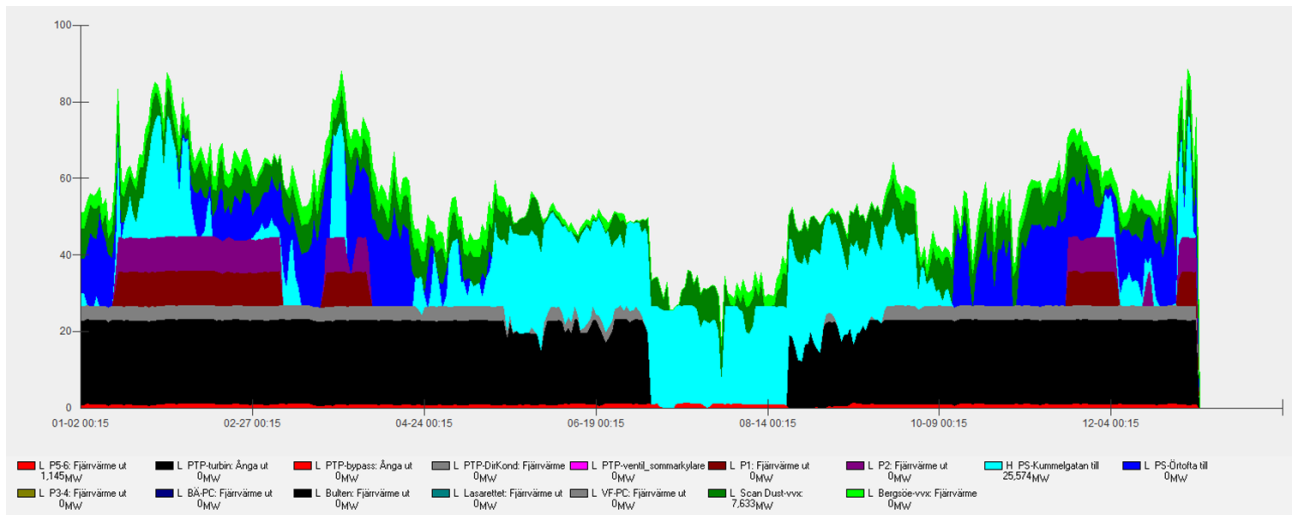
För att beräkna den klimatpåverkan och resurseffektivitet för förbränning, produktion och distribution som olika bränslen har, används utsläppsvärden från Miljöfaktaboken 2011 (Gode et al, 2011).

5.4 Fjärrvärmens miljöpåverkan

I studien beräknas fjärrvärmens miljöpåverkan genom att studera klimatpåverkan och resurseffektivitet. Beräkningarna grundar sig på geografiskt specifika data för att representera Asmundtorps fjärrvärme i ett tidsperspektiv på 20 år framåt i tiden.

5.4.1 Fjärrvärmens produktionsmix

Sammankopplingen mellan Landskrona Energi, Öresundskraft och Kraftringens fjärrvärmenät gör att fjärrvärmens bränslesammansättning kan argumenteras vara densamma över alla de tre sammanlänkade näten. Om en last läggs på någonstans på nätet påverkar detta produktionen i alla tre städerna, eftersom de produktionsoptimeras tillsammans med avseende på lägsta möjliga produktionskostnad. Efterfrågan av värme beror till största del på utomhustemperaturen. För att optimera driften i nätet i Landskrona, Helsingborg och Lund planeras produktionen enligt väderprognoser för nästkommande dagar och genom simulering av produktionskostnader för de olika anläggningarna. Ett exempel på hur produktionsammansättningen kan se ut under ett år hos Landskrona Energi visas i Figur 10, där varje produktions sätt (t ex en anläggning eller ett bränsle) illustreras med en färg.



Figur 10. Landskronas fjärrvärmens produktionsdiagram för 2016. L_PTP är energiknuten, L_P1 och L_P2 är flispannor, L_P3-4 är naturgaspanna, L_P5-6 är biogaspanna, turkos beskriver den importerade värmen från Öresundskraft och blå beskriver den importerade värmen från Kraftringen.

Både fjärrvärmens medelproduktion och fjärrvärmens marginalproduktion har beräknats. Medelproduktionen innebär i detta fall sammansättningen i systemet som helhet. Marginalproduktionen i analysen innebär den utökade produktionen som sker på grund av att Asmundtorp kopplas in på fjärrvärmens nät. Marginalproduktioner som finns tillgängliga i nätet utgörs exempelvis av toppproduktioner så som olje- och gaspannor och värmepumpar, men det finns också spillvärmeproducenter som har kapacitet att ge mer spillvärme till fjärrvärmens system i stället för att kyla bort sin värme. Marginalproduktionen har beräknats med hjälp av en simulering som beskrivs nedan.

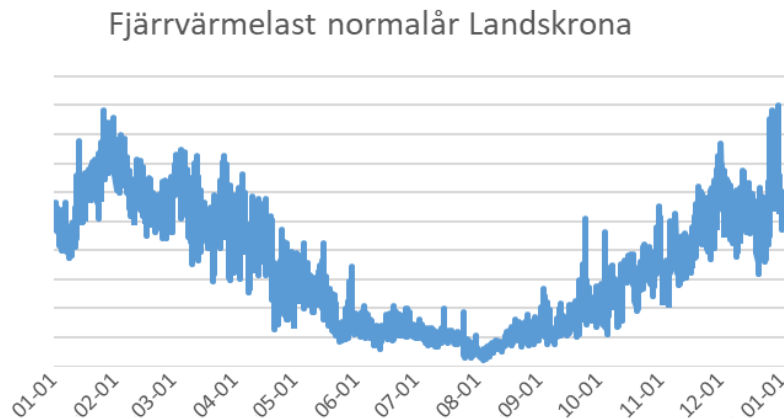
5.4.2 Simulering av inkoppling

Fjärrvärmelasten som hushållens värmeanvändning i Asmundtorp skulle ge upphov till om hushållen anslöts till fjärrvärmens nät har beräknats till cirka 13,4 GWh. Med ett simuleringsprogram har det tagits fram vad produktionsmixen som denna last skulle kunna utgöras av blir. Samtliga anläggningar hos Kraftringen, Öresundskraft och Landskrona Energi ingår i simuleringen. Simuleringsverktyget heter Energy Optima 3 och optimerar utifrån lägsta möjliga produktionskostnad. Två simuleringar har genomförts, en referenssimulering med den last som systemet har ett normalår och en simulering med ett utökat nät där Asmundtorps last är tillagd. Differensen av dem motsvarar fjärrvärmemarginalens produktionsammansättning av den last Asmundtorp svarar för. Det simulerade året är 2032, men året är endast ett godtyckligt år. Indata bör vara identiskt eller snarlikt med den bästa bedömning av år 2020, vilket är så långt fram som bolagens budgetprocess sträcker sig.

Asmundtorps last på ca 13,4 GWh är ganska liten i förhållande till hela systemets last på ca 2,5 TWh, och därför förväntas den ökade lasten ha en väldigt liten påverkan på bränslemixen i systemet. Anläggningar som avfallsförbränning i Helsingborg förväntas inte påverkas märkbart av den ökade lasten, inte heller förbränningen av PTP i det avfallseldade kraftvärmeverket i Landskrona.

För produktionsplanering och simulering används den värmeanvändning som visar ett "normalår". Detta normalår är ett specifikt års värden som har valts ut ur historiken. Detta år har valts ut av produktionsoptimerarna i de tre bolagen som har ansett detta år på ett bra sätt representerar hur lasten normalt ser ut ett godtyckligt år, där lasten anges som timvis förbrukad energi över hela året. Landskrona, Helsingborg och Lund har olika normalår, eftersom städernas klimat kan skilja något. För

Asmundtorp har man valt samma normalårsprofil som gäller för Landskrona. Denna normalårsfördelning visas i Figur 11 nedan.



Figur 11. Fjärrvärmelastens utseende för ett normalår i Landskrona.

5.4.2.1 Lokalisering

Den nya lasten från Asmundtorp är påkopplad på Evita-ledningen, på samma sätt som orten Häljarp är idag. Eftersom hela systemet produktionsoptimeras som en helhet, har det inte så stor inverkan var i nätet man väljer att modellera in Asmundtorp, förutom att förlusterna blir annorlunda beroende på hur långt fjärrvärmens behöver transporteras. Eftersom den största och billigaste överkapaciteten i systemet finns i de stora anläggningarna är det troligt att Krafringen eller Öresundskraft står för merparten av den ökade produktionen.

5.4.2.2 Antaganden och begränsningar

Simuleringen innebär ett antal antaganden och begränsningar jämfört med hur den verkliga produktionen ser ut. Dessa berör t ex förluster i nätet, avstängningar av anläggningar och oförutspådda väderförhållanden.

Förlusterna i fjärrvärmensätet som beräknas i simuleringen är satta till ett absolut tal, oberoende av vilken last fjärrvärmensätet har. De två simuleringsfallen, referensfallet och fallet då nätet har utökat sin last i o m inkoppling av Asmundtorp har lika stora förluster på de fjärrvärmeledningarna som finns i nätet i dagsläget. Dessa förluster utgörs i simuleringen av de som sker på överföringsledningarna mellan Landskrona och Helsingborg och mellan Landskrona och Lund, medan de förluster som sker inne i städerna är exkluderade. En inkoppling av Asmundtorp innebär såklart förluster på de nya ledningarna som dras till och inom Asmundtorp. Dessa ingår inte i simuleringen, men är beräknade i efterhand till 20 %, i enlighet med en studie om värmeglesa områden som är skriven av Svensk Fjärrvärme (Zinko & Böhm, 2005). Om förluster i det nuvarande nätet ökar eller inte på grund av att Asmundtorp kopplas in är osäkert, men beräkningen antar att dessa förluster inte ökar.

Simuleringen optimerar efter lägsta möjliga produktionskostnad, vilket betyder att optimeringen inte tar miljömässig hänsyn förutom i de fall som miljöpåverkan kan kopplas till ekonomiska incitament såsom bränsleskatter och koldioxidskatter som avgör prioriteringen av produktionsordningen. Det antas att produktionsanläggningarna har samma kapacitet som idag och att den ökade lasten hanteras av befintliga anläggningar. För avfallsförbränningen Filborna har man betalat ett tillstånd för en specifik mängd utsläpp, som för med sig att förbränningen är stängd en del av året. Vad gäller vissa flispannor i systemet finns det en outnyttjad överkapacitet, eftersom de är begränsade till en viss produktion för att inte behöva

betala för sina utsläpp av kväveoxider. Simuleringen antar att man håller kvar denna begränsning på grund av ekonomiska skäl.

Spillvärmeproducenterna i systemet levererar värme eftersom de behöver kylning i sin produktion. Spillvärmeleverantörerna är låsta vid en förutbestämd prognos, och deras produktion ändras därför inte mellan olika simuleringsfall. Däremot kan de, i många fall, då lasten ökar i fjärrvärmesystemet leverera mer spillvärme i utbyte mot att minska sin externa kylning. Dock har de fortfarande samma mängd spillvärme från sin process. I min beräkning har spillvärme ansetts som miljömässigt gratis, och miljöpåverkan är alltså helt allokerad till spillvärmeleverantörernas egen verksamhet. Spillvärmeleveransen i systemet drivs många gånger av en värmepump, vilken kommer att kräva mer el om spillvärmeuttaget ökar. Elanvändningen till dessa värmepumpar inkluderas i beräkningen.

I systemet finns en absorptionsvärmepump som använder fjärrvärme för att producera fjärrkyla. En ökad last leder till att det finns en mindre mängd fjärrvärme över till absorptionsvärmepumpen. Därför måste motsvarande mängd fjärrkyla produceras i någon av de vanliga värmepumparna som kan leverera både fjärrvärme och fjärrkyla. Jag har i beräkningen bortsett från absorptionsvärmepumpens konsumtion av fjärrvärme då den bara kräver ungefär 1 % av den fjärrvärme som systemet konsumerar.

Stillestånd och haveri av anläggningar inträffar ibland, vilket simuleringen inte tar hänsyn till. Stora fastbränsleeldade anläggningar, så som Filbornaverket, Västhamnsverket, Energiknuten och Örtoftaverket, måste startas upp med eldningsolja innan temperaturen blivit tillräckligt hög för fastbränslet. Det krävs exempelvis ungefär 25 m³ olja vid en uppstart av Västhamnsverket. Simuleringen tar inte hänsyn till driftfallen start och stopp, och jag antar i mina beräkningar att det krävs lika många start och stopp av dessa anläggningar oavsett om lasten utökats med Asmundtorp eller inte.

Simuleringen är den ekonomiskt optimala driften från ett år som man kallar normalår. Vädret är i simuleringen känt för driften på förhand och det antas att produktionen hela tiden är ekonomiskt optimal utefter det rådande vädret. I verkligheten styrs driften efter väderprognoser, som skulle kunna skilja sig från verkligheten. Om t ex vädret en vinterdag är mycket kallare än vad väderprognosen förutspått behövs det kanske förbrännas fossil olja eftersom det är det mest lättstartade.

Simuleringen ger både svar på energimängden fjärrvärme som produceras vid varje anläggning samt vilken energimängd bränsle som används. Denna bränsleanvändning har sedan använts i beräkningarna av miljöpåverkan.

5.4.3 Miljövärden för bränslen till fjärrvärmeproduktion

För samtliga bränslen i fjärrvärmeproduktionen har jag använt mig av de miljövärden i koldioxidekvivalenter och primärenergifaktorer som Värmemarknadskommittén varje år ger ut som hjälpmedel till fjärrvärmebolagens bokföring av sina miljövärden (Värmemarknadskommittén, 2016). Värmemarknadskommittén består av Energiföretagen Sverige och olika fastighetsbolag.

Några anläggningar i systemet förbränner en mix av olika sorters flis. För dessa har jag antagit att flismixen har samma miljöpåverkan som RT-flis eftersom det inte anses vara någon nämnvärd skillnad på miljöpåverkan på RT-flis och sekundära träbränslen (Värmemarknadskommittén, 2016).

Avfall kan allokeras på olika sätt, beroende på om man ser det som en restprodukt, potentiell materialresurs eller bränsle. Allokeringen kommer att avgöra hur stor resurseffektiviteten för fjärrvärme blir (Gode et al, 2012). Enligt överenskommelser från Värmemarknadskommittén ses avfall som en restprodukt, varför mina beräkningar bygger på detta antagande (Värmemarknadskommittén, 2016).

5.4.4 Miljöpåverkan för byggnation av fjärrvärmenät

En etablering av ett fjärrvärmenät innebär en miljöpåverkan för exempelvis tillverkning av ledningar, leverans av ledningar och grävning. Klimatpåverkan för byggnationen, som förväntas att främst utgöras av miljöpåverkan vid transport av material och tillverkning av stål, har i grova drag beräknats. Beräkningarna utgår från en livslängd för fjärrvärmeledningar på 50 år och grundar sig på specifika data för Asmundtorp vad gäller exempelvis geografisk placering av ledningar och ledningsleverantörens transportsträckor. Beräkningarna tar inte hänsyn till tillverkning av de maskiner som behövs för byggnation av fjärrvärme i Asmundtorp.

5.4.4.1 Tillverkning av material

Ledningarna som ska läggas då Asmundtorp ansluts till fjärrvärmenätet består i viktprocent till största delen av stål. Ritningsprogrammet CADVÄ har använts för att bestämma den totala längden för ledningen i fallet att 2/3 av hushållen i Asmundtorp ansluter sig. De olika ledningsdelarna beräknas ha samma dimensioner som motsvarande ledningssträckor har för anslutningen till Häljarp. Från ett schablonmässigt värde för ståltillverkningens klimatpåverkan per kg stål och genom produktspecifika data från ledningsleverantören på ledningarnas vikt per meter har jag beräknat hur stor klimatpåverkan det uppritade ledningsnätet skulle ha. Beräkningen visar att tillverkning av material till fjärrvärmeetableringen har en tillräckligt liten miljöpåverkan jämfört med fjärrvärmens totala miljöpåverkan (ungefär 2 %), att den kan exkluderas ur studien.

5.4.4.2 Transporter

Transporter som uppkommer vid leverans har beräknats enligt Powerpipe:s distributionsrutiner, som är den fjärrvärmeledningsleverantör Landskrona Energi samarbetar med. Maskiner och transporter under arbetsprocessen har beräknats efter liknande projekts tidsåtgång enligt arbetsordrar hos Landskrona Energi och har då underlag saknats uppskattats till ett maximalt värde. Transporter vid fjärrvärmeetableringen visar sig ha en så liten miljöpåverkan jämfört med fjärrvärmens totala miljöpåverkan (ungefär några promille), att den kan exkluderas ur studien.

5.5 Anslutningsgrad

För att investeringen av en utbyggnad av fjärrvärmenätet ska med all säkerhet vara ekonomisk lönsam för fjärrvärmebolaget bör 2/3 ansluta sig. Denna anslutningsgrad baseras på ett medelvärde av sex slumpmässigt valda fjärrvärmebolags schablonvärde för vilken anslutningsgrad som ger ekonomisk lönsamhet. Detta värde kan vara mindre om t ex husen är tätbebyggda, om anslutningsgraden är hög på en gata och en annan gata inte ansluts alls, eller om kunderna får betala mer för anslutningen. För enkelhetens skull har beräkningarna utgått ifrån att det krävs att 2/3 av Asmundtorps hushåll ansluter sig för att Landskrona Energi över huvud taget ska vara intresserade av att utföra anslutningen.

5.5.1 Vilka ansluter sig

Det finns många parametrar som avgör om en kund vill eller inte vill ansluta sig till fjärrvärme. Några sådana parametrar kan exempelvis vara vilken prismodell fjärrvärmen har eller hur gammal den nuvarande pannan eller värmepumpen är (Sernhed, 2006). Det är enklare att byta från en uppvärmningsform som också har ett vattenburet system än från direktverkande el. Vid byte från direktverkande el behöver radiatorsystemet åtgärdas. För de fastigheter som har bergvärmepump eller jordvärmepump antas att de inte ansluts till fjärrvärme eftersom den stora investeringen det innebär att införa berg- och jordvärmepump gör att det är lönsammare att behålla den.

I enkäten som skickades ut kunde invånarna skriva om de var intresserade av en eventuell fjärrvärmeanslutning eller inte. Om sedan de som sagt sig vara intresserade av en fjärrvärmeanslutning faktiskt kommer att ansluta sig om möjligheten finns eller inte är svårt att avgöra. Kanske skriver en del

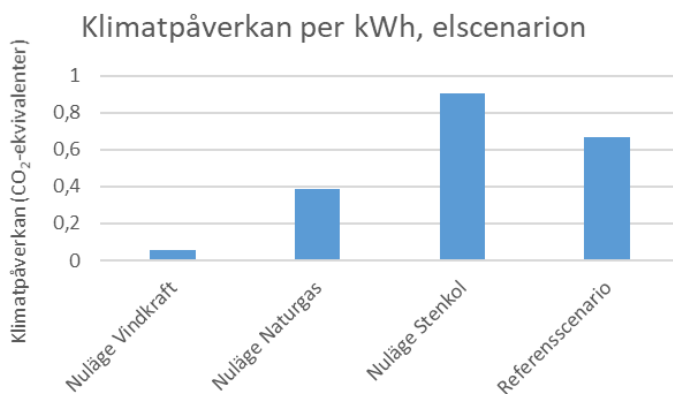
att de är intresserade för att försäkra sig om att få information om fjärrvärmeutbyggnaden. Ur enkätsvaren gick det inte att utlysa något samband mellan uppvärmningsform och intresse för fjärrvärmeanslutning. För de hushåll som valt att inte svara på enkäten finns det ingen som helst information om de är intresserade eller inte.

Om Asmundtorp ansluts till fjärrvärmenätet motsvaras det i beräkningarna av att 2/3 av uppvärmningsåtgången på orten istället utgörs av fjärrvärme. För de hushåll som ansluts antas det att deras nuvarande uppvärmningsform kan vara allt förutom berg- eller jordvärmepump. Eftersom förluster uppkommer vid konvertering mellan fjärrvärme och uppvärmning i ett hus är fjärrvärmen som behövs något större än den energimängd uppvärmningen kräver. För fallet då orten inte ansluts till fjärrvärmenätet beräknas uppvärmningssituationerna till så som de är i nuläget. Miljöpåverkan som uppvärmningen utgör för de 2/3 som hade kunnat anslutas jämförs med miljöpåverkan för fjärrvärmen om de ansluts.

5.6 Värdering av metodval för elscenario

De olika elscenariona påverkar hur stor miljöpåverkan blir för elvärme, värmepump samt el som används i fjärrvärmeproduktion. Genom denna värdering av elscenario blir det tydligare vad som antagits om elproduktionen som vilket i sin tur påverkar resultaten för denna studie.

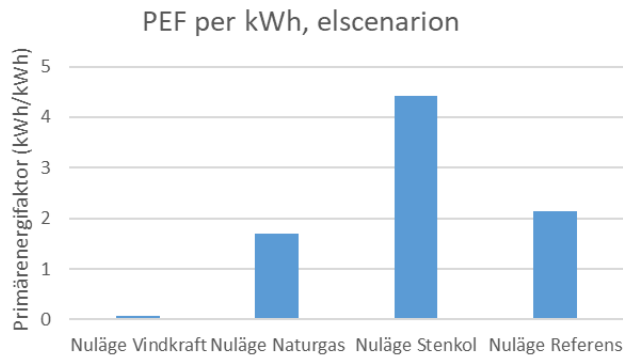
Ett elscenario beskriver hur elen skulle kunna produceras i framtiden. Vilket elscenario som ska väljas för beräkningarna beror på vilken produktion som antas var rimlig i framtiden. För att förstå vad som ligger bakom ett elscenario undersöks det vad klimatpåverkan hade varit om produktionen enbart hade bestått av ett produktionssätt. Därför ska tre elscenarion studeras som visar tre olika produktionssätt, samt ett fjärde scenario, referensscenariot, som är ett av de elscenarion som kommer att användas i beräkningen för miljöpåverkan av uppvärmningsbehovet i Asmundtorp. Ett scenario blir att vindkraft utgör hela marginalproduktionen, vilket ses som ett minimivärde för hur stor miljöpåverkan blir. Ett annat scenario är att all marginalproduktion av el är naturgasbaserad, och ett tredje scenario är att marginalelen produceras från stenkol, vilket ses som det absoluta maximivärdet för klimatpåverkan. Nedanstående figur visas hur stor påverkan blir per kWh för de fyra scenariona.



Figur 12. Klimatpåverkan för olika elscenarion

Enligt *Miljöfaktaboken 2011* (Gode et al, 2011) ger el från vindkraft en klimatpåverkan på ca 0,05 kg CO₂-ekvivalenter medan den naturgasbaserade ger motsvarande ca 0,40 kg CO₂-ekvivalenter. Stenkolsbaserad el ger en klimatpåverkan på ca 0,90 kg CO₂-ekvivalenter. Referensscenariot motsvarade en klimatpåverkan på ungefär 0,67 CO₂-ekvivalenter, vilket är ungefär mittemellan klimatpåverkan för den naturgasbaserade och den stenkolsbaserade elen. Med andra ord innebär referensscenariot att elproduktionen är baserad av en mix mellan naturgas och importerad kolkraft. Att

välja referensscenariot som metodval för att bestämma elens miljöpåverkan betyder att man antar att elen är baserad på naturgas och kolkraft. Miljöpåverkan kommer att beräknas efter ett flertal elscenarion som alla har olika produktionsmix för att visa på att antaganden om elproduktionsmix har betydelse och för att ha möjlighet att hitta något elscenario som skulle kunna beskriva verkligheten. Diagrammet nedan (Figur 13) visar primärenergifaktorn för de olika elproduktionsscenarioerna vindkraft, naturgas, kolkraft och referensscenariot.



Figur 13. Resurseffektivitet mätt i primärenergifaktor för olika elscenarion

Mellan scenariona är det ungefär samma förhållanden vad gäller vad gäller resurseffektivitet som det är vad gäller klimatpåverkan.

6 Resultat

I denna del presenteras energikartläggningen över Asmundtorp och miljöpåverkan uppvärmningen utgör om orten ansluts respektive inte ansluts till fjärrvärme.

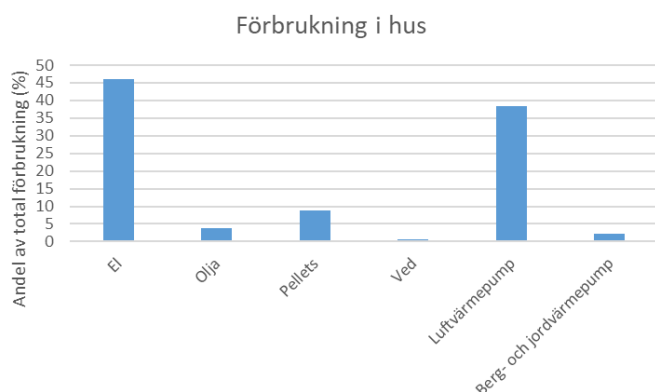
6.1 Energikartläggning Asmundtorp

Enkäten var utskickad till 521 hushåll, varav 174 svarade. Detta motsvarar en svarsfrekvens på 33 %. Samtliga resultat för energikartläggningen visar genomsnittlig energimängd per år. Kartläggningen över Asmundtorp är presenterad som energi i husen och energi i panncentralen. Summan av dem utgör energin till uppvärmning för hela orten. Tabellen nedan visar hur stor energiförbrukningen är för de olika uppvärmningsformerna i husen.

Tabell 3. Energiförbrukning till uppvärmning för husen i Asmundtorp

Förbrukning i husen (kWh)	
El	3 654 000
Olja	304 000
Pellets	705 000
Ved	49 000
El till luftvärmepump	3 053 000
El till jord- och bergvärmepump	180 000
Summa	7 944 000

Husens totala förbrukning är ca 7,9 GWh årligen för tappvarmvatten och uppvärmning. I figuren nedan visas fördelningen mellan de olika uppvärmningsformerna.



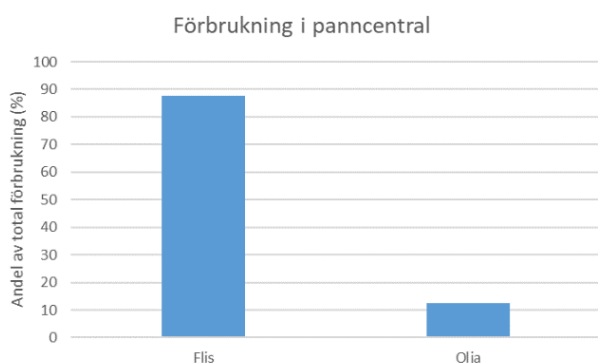
Figur 14. Andel av förbrukningen i husen för olika uppvärmningsformer

Totalt sett utgör el (elpanna och direktverkande el) den största energiförbrukningen på 46 %, följt av värmepumpar på 40 %. Olja står för ungefär 4 %. El och värmepumpar utgör merparten av förbrukningen på orten vilket gör att miljöpåverkansbedömningen kommer att avgöras efter vilka miljövärden el och fjärrvärme har. Tabellen nedan visar panncentralens förbrukning årligen av de olika bränslena.

Tabell 4. Förbrukning i panncentralen i Asmundtorp av de olika bränslena

Förbrukning i panncentralen (kWh)	
Flis	1 949 000
Olja	277 000
Summa	2 227 000

Totalt tillförs ca 2,2 GWh per år, vilket ska täcka behoven kunderna har som är anslutna till detta nät. Fördelningen mellan bränslena visas i figuren nedan.



Figur 15. Andel av förbrukning i panncentralen för olika bränslen

Energiåtgången av flis står för ca 88 % av hela panncentralens förbrukning och olja för resterande del, vilket betyder att flis står för merparten av förbrukningen.

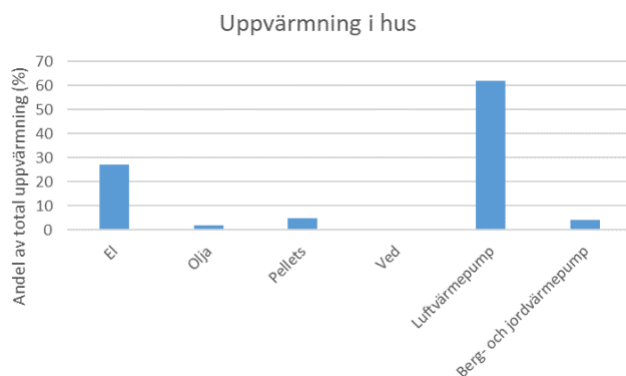
Energianvändningen i husen, med andra ord den energi som utnyttjas till uppvärmning efter att energiomvandling ägt rum, visas i tabellen nedan. Storleken av uppvärmningsenergin innebär den förbrukade mängden energi dividerat med verkningsgraden för respektive uppvärmningsform, eller värmefaktorn i värmepumparnas fall.

Tabell 5. Energi till uppvärmning för olika uppvärmningsformer i husen

Uppvärmning i husen (kWh)	
El	3 471 000
Olja	243 000
Pellets	621 000
Ved	33 000
Luftvärmepump	7 937 000
Jord- och bergvärmepump	557 000
Summa	12 862 000

Den totala uppvärmningen för fastigheterna i Asmundtorp blir ca 13 GWh. Då man jämför storleken på uppvärmningsenergin (Tabell 5) och energiförbrukningen till uppvärmning (Tabell 3) så finns det en stor skillnad i de fall huset värms upp med en värmepump, som har mycket större uppvärmningsenergi än den elförbrukning de svarar för, på ca 7,9 GWh jämfört med ca 3,1 GWh. Detta beror på att värmepumpens värmefaktor gör att den elenergi som förbrukas är ca en tredjedel av den energin som

uppvärmning utgör. Resterande uppvärmningsformer har något större förbrukning än vad de kan leverera i uppvärmning, vilket beror på deras verkningsgrad. Figuren nedan (Figur 16) visar fördelningen mellan olika energislag för energimängden uppvärmning i husen. Om man jämför Figur 16 och Figur 14 kan man också se sambandet att värmepumpen svarar för mycket mer uppvärmning än den elförbrukning den kräver.



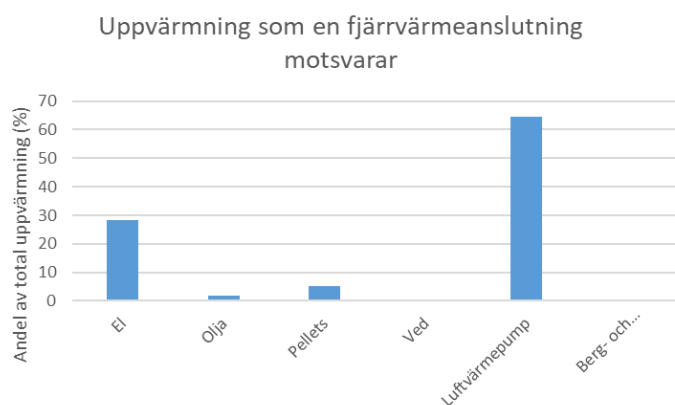
Figur 16. Andel av energi till uppvärmning som varje uppvärmningsform svarar för, i husen

Figur 16 visar att luftvärmepump är det absolut vanligaste uppvärmningssättet på orten. Över 60 % av uppvärmningen i husen kommer från luftvärmepumpar. Även el utgör en betydande andel på strax under 30 %. Om orten skulle anslutas till fjärrvärmenätet kommer inte all energianvändning att bytas ut mot fjärrvärme, utan bara den energimängd som de invånarna som vill ansluta svarar för. I mitt beräknade fall innebär detta de 2/3 av invånarna som ansluter sig, med proportionell fördelning av vilka uppvärmningsformer dessa invånare haft tidigare. Uppvärmningsenergin som i så fall byts ut till fjärrvärme beskrivs av tabellen nedan.

Tabell 6. Energi till uppvärmning som byts ur mot fjärrvärme om en inkoppling sker, uppdelat på de olika uppvärmningsformerna, i husen

Uppvärmning som kan bytas ut mot fjärrvärme i husen (kWh)	
El	2 419 000
Olja	169 000
Pellets	432 000
Ved	23 000
Luftvärmepump	5 531 000
Jord- och bergvärmepump	0
Summa	8 575 000

Totalt sett är uppvärmningen som kan bytas ut till fjärrvärme i husen av storleksordningen 8,6 GWh, vilket innebär 2/3 av den totala uppvärmningen. Uppvärmningen som en fjärrvärmeanslutning motsvarar av varje uppvärmningsform är proportionell mot andelen av den totala uppvärmningsenergin den utgör, eftersom anslutningsfallet innebär att alla typer av uppvärmningsformer kan konverteras till fjärrvärme förutom berg- och jordvärmepump. Berg- och jordvärmepumparnas energimängd till uppvärmning är fördelad på övriga uppvärmningsformer. Detta syns i både Tabell 6 och Figur 17 nedan.



Figur 17. Andel av energi till uppvärmning mellan de olika uppvärmningsformerna som kan bytas ut mot fjärrvärme, i husen

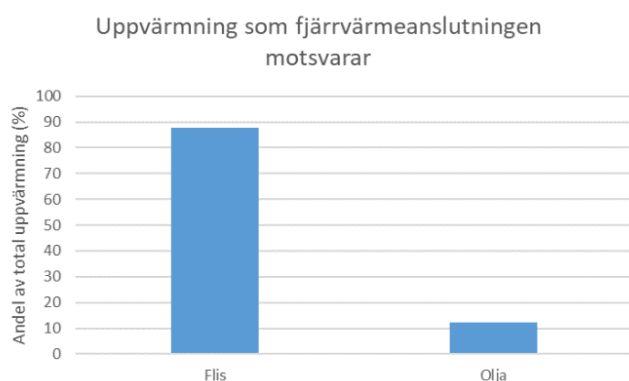
Uppvärmningen som en fjärrvärmeanslutning motsvarar har ungefär samma fördelning mellan uppvärmningsformerna som den totala uppvärmningen har. Skillnaden är att den andel berg- och jordvärmepump utgjorde av den totala uppvärmningen nu har fördelats på övriga uppvärmningsformer.

Vid anslutning av fjärrvärme till orten kommer panncentralen inte användas och alla fastigheter den försörjer kommer istället få den fjärrvärme som man ansluter orten till. Storleken på den uppvärmning denna panncentral bidrar till, alltså också storleken på dessa fastigheters uppvärmning som den anslutna fjärrvärme kommer att stå för visas i tabellen nedan.

Tabell 7. Energi till uppvärmning i panncentralen som kan bytas ut mot fjärrvärme om en inkoppling sker

Uppvärmning som kan konverteras till fjärrvärme i panncentralen (kWh)	
Flis	1 626 000
Olja	229 000
Summa	1 855 000

Panncentralen bidrar med en uppvärmningsenergi på 1,9 GWh. Andelen uppvärmning för de olika bränslena är mycket lik andelen förbränning för samma bränslen, vilket diagrammet nedan visar. Detta beror på att verkningsgraderna för flis och för olja i panncentralen är väldigt lika.



Figur 18. Andel av varje bränsle i panncentralen som kan bytas ut mot fjärrvärme om en inkoppling sker

Som en sammanställning av energikartläggningen presenteras de totala energimängderna för orten i nedanstående tabell. Denna visar total förbrukning, uppvärmning som kan bytas ut till fjärrvärme vid en anslutning samt fjärrvärmeåtgång orten kommer att ha vid en anslutning.

Tabell 8. Sammanställning av den totala energiförbrukningen på orten, uppvärmningen som kan bytas ut mot fjärrvärme samt fjärrvärmeåtgången en inkoppling skulle motsvara.

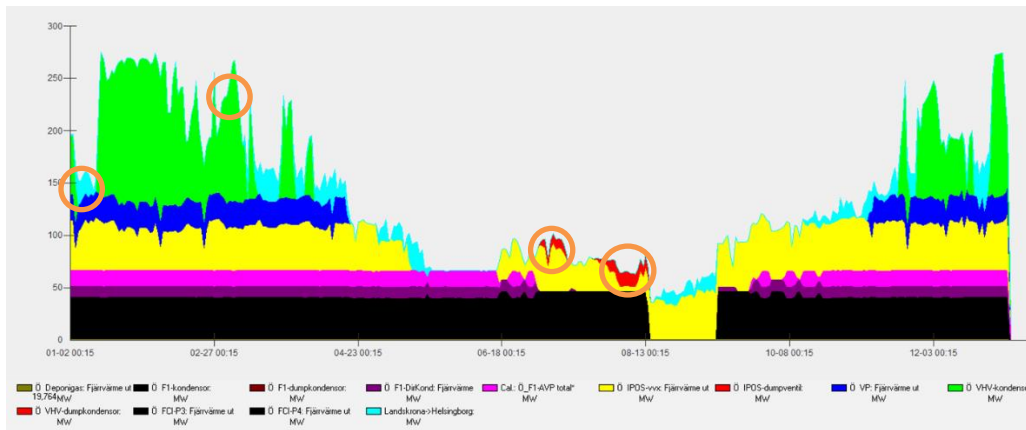
	Förbrukning (kWh)	Uppvärmning som kan bytas ut mot fjärrvärme (kWh)	Motsvarar fjärrvärmeåtgång (kWh)
Fastigheter som försörjs av panncentral	2 227 000	1 855 000	
Övriga fastigheter	7 944 000	8 575 000	
Total	10 170 000	10 429 000	13 440 000

Panncentralen står för en mindre del av uppvärmningen som kan konverteras till fjärrvärme (ca 1,9 GWh) jämfört med resterande fastigheter (8,6 GWh). Den totala förbrukningen på orten är något mindre än uppvärmningen som kan konverteras, vilket beror på värmepumparnas värmefaktor. Den totala fjärrvärmeåtgången på ca 13,4 GWh är större än uppvärmningen om 10,4 GWh som efterfrågas, vilket framförallt beror på att förluster förekommer i ledningen till Asmundtorp, men också beror på fjärrvärmens energiomvandling i fastigheterna.

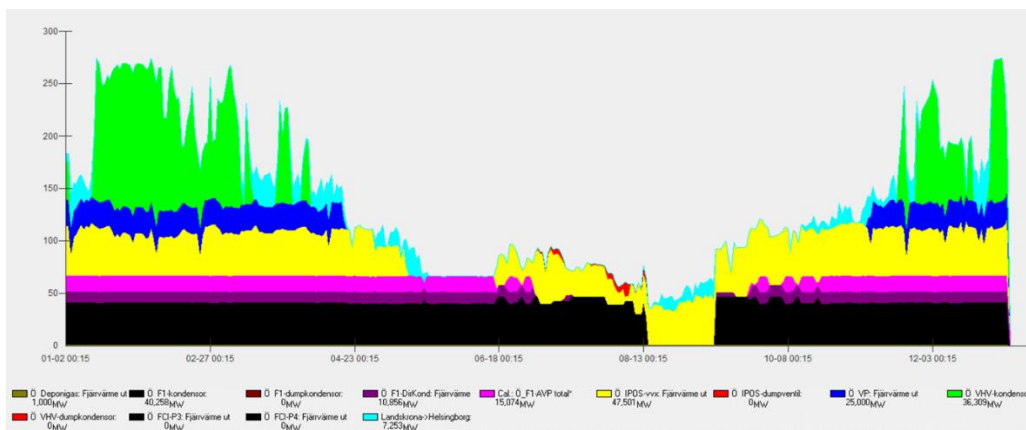
Enligt E.ON:s elförbrukning av de fastigheter de levererar till i Asmundtorp är elförbrukningen 4 418 613 kWh årsvis, fördelat på 245 hushåll. Om detta extrapoleras till hela orten blir elförbrukningen 6 791 316 kWh per år till uppvärmning och tappvarmvatten. Motsvarande siffra enligt enkätsvaren är 6 886 042 kWh, vilket är 1,4 % större. På grund av deras likhet går det att anta att enkätens svar på elförbrukningen är trovärdigt. Rimligheten i att använda sig av extrapolering av enkätsvaren som metod ökar också något när E.ON:s elförbrukning gav ett liknande svar.

6.2 Fjärrvärmens miljövärden

Simuleringen av Kraftringen, Landskrona Energi och Öresundskrafts produktion, med och utan Asmundtorps last, ger produktionsammansättningar som graferna nedan (Figur 19 - 24) visar, uppdelat på de olika energibolagen. Graferna visar fjärrvärmeförselns fördelning över året, och vilka produktionsanläggningar eller överföringar som tillgodoser denna tillförsel. Ur figurerna som följer kan man se att vissa anläggningar är igång under hela året, förutom då anläggningen har revision, så som avfallsförbränningen och PTP-förbränningen. Spillvärmeförselns tillförsel också under hela året. Vissa produktioner är igång hela vintersäsongen så som flis, bioolja, pellets och värmepumpar. Kraftringen innehåller några naturgaspannor som kan täcka upp för de största topparna i systemet. Öresundskraft har mest kapacitet att leverera värme till övriga 2 bolag, eftersom de köper in minst värme, och Landskrona har mer import från Helsingborg än från Lund.

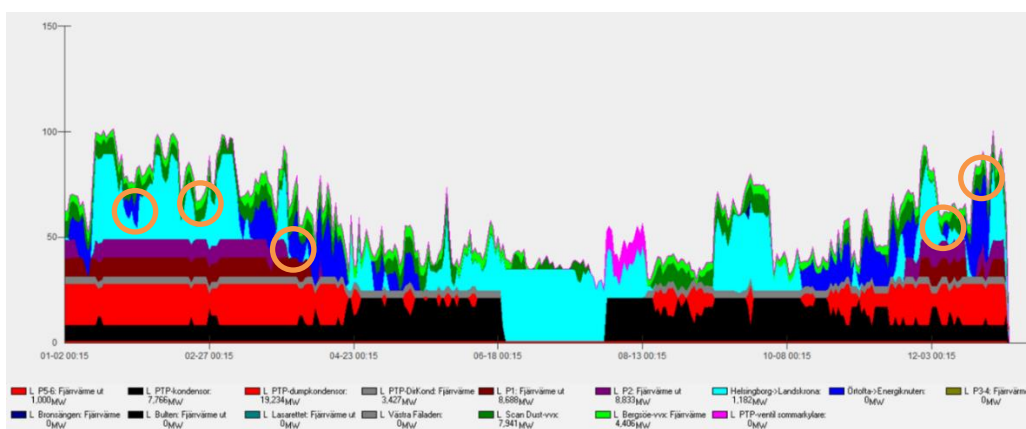


Figur 19. Simulering av Öresundskrafts produktion då Asmundtorp är inkopplat. Ö_F1 är avfallsförbränningsanläggningen, Ö_IPOS är spillvärme, Ö_VHV är pelletsförbränningsanläggningen, Ö_VP är värmepump och turkos beskriver den importerade värmen från överföringsledningen.

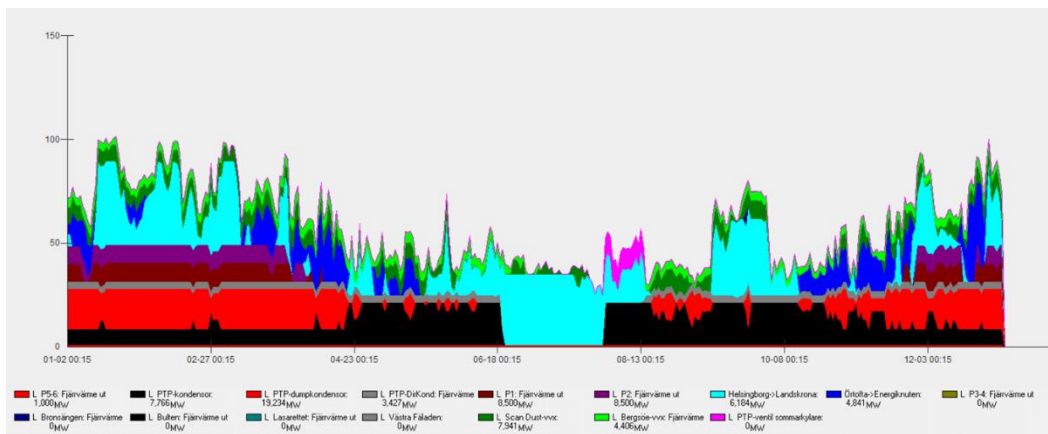


Figur 20. Simulering av Öresundskraft produktion med referenslasten då Asmundtorp inte är inkopplat. Ö_F1 är avfallsförbränningsanläggningen, Ö_IPOS är spillvärme, Ö_VHV är pelletsförbränningsanläggningen, Ö_VP är värmepump och turkos beskriver den importerade värmen från överföringsledningen

Det som är inringat i första grafen är det som skiljer graferna åt, alltså vilken förändring som Asmundtorp gör på fjärrvärmeproduktionen. Dessa skillnader verkar enligt graferna vara framförallt att spillvärmens ökar då Asmundtorp kopplas in. Även en ökning av pelletsförbränning kan antydans.

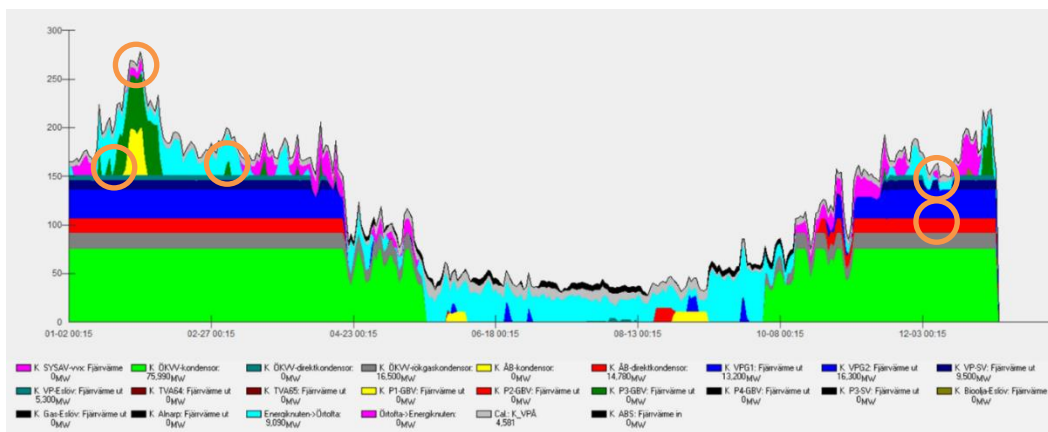


Figur 21. Simulering av Landskrona Energis produktion då Asmundtorp är inkopplat. L_PTP är energiknuten, L_P1 och L_P2 är flispannor, L_P3-4 är naturgaspanna, L_P5-6 är biogaspanna, turkos beskriver den importerade värmen från Öresundskraft och blå beskriver den importerade värmen från Kraftringen.

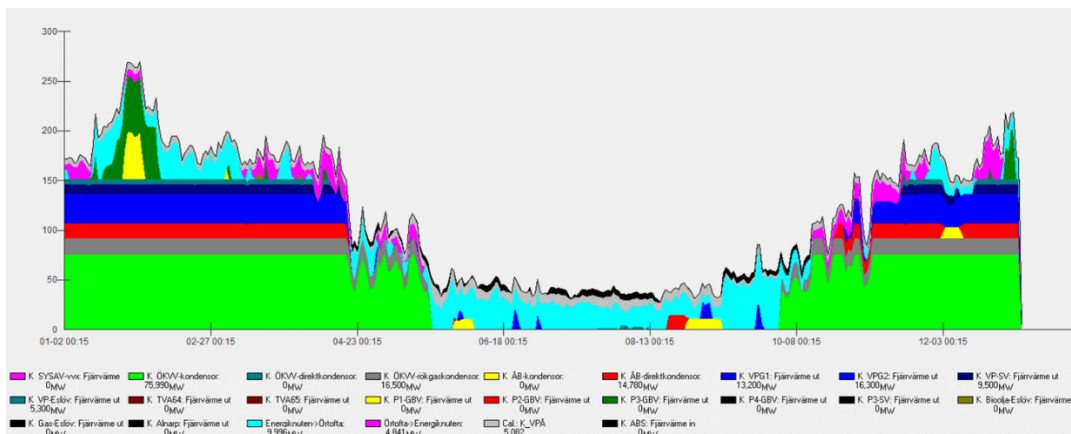


Figur 22. Simulering av Landskrona Energis produktion med referenslasten då Asmundtorp inte är inkopplat. L_PTP är energiknuten, L_P1 och L_P2 är flispannor, L_P3-4 är naturgaspanna, L_P5-6 är biogaspanna, turkos beskriver den importerade värmen från Öresundskraft och blå beskriver den importerade värmen från Krafringen.

Även för Landskronas fall beskriver det som är inringat i första grafen det som skiljer graferna åt, alltså vilken förändring som Asmundtorp gör på fjärrvärmeproduktionen. De skillnader som uppkommer på fjärrvärmeproduktionen då Asmundtorp kopplas in verkar enligt graferna vara att överföringen från Lund ökar samt att överföringen från Helsingborg ökar. Spillvärmerna verkar också öka något.



Figur 23. Simulering av Krafringens produktion då Asmundtorp är inkopplat. K_ÅB, K_ÅKV och K_ÖKVV är flis-anläggning, K_TVÅ är pellets, K_VP är värmepump, K_P1-3 är bioolja, K_P4, K_Alnarp och K_Gas-Eslöv är naturgas. Turkos är importerad värme från Evita och rosa är exporterad värme till Evita.



Figur 24. Simulering av Krafringens produktion med referenslasten då Asmundtorp inte är inkopplat. K_ÅB, K_ÅKV och K_ÖKVV är flis-anläggning, K_TVÅ är pellets, K_VP är värmepump, K_P1-3 är bioolja, K_P4, K_Alnarp och K_Gas-Eslöv är naturgas. Turkos är importerad värme från Evita och rosa är exporterad värme till Evita.

De inringade områdena i första grafen som visar skillnaden för Krafringens produktion då Asmundtorp är inkopplat ser ut att utgöras av en ökad flisproduktion, ökad biooljeproduktion och något ökad värmepumpsdrift. Det är väldigt svårt att antyda vilken skillnad en utökning av lasten ger produktionen om man bara ser graferna, eftersom den utökade lasten är mycket liten jämfört med hela systemets last. Asmundtorp har en last på ca 10,7 GWh, som med värmeförluster i ledningen till Asmundtorp uppgår till 13,4 GWh vilket är ca 0,5 procent av hela systemets last på ungefär 2,5 TWh per år. Om man däremot ser i nedanstående tabell så syns det vilka anläggningar som kan täcka behovet lasten utgör. Tabell 9 visar skillnaden mellan simuleringen av referenslasten och simuleringen då systemet utökat sin last i o m Asmundtorps inkoppling.

Tabell 9. Energimängden, uppdelad på olika bränslen, som Asmundtorps påverkan på fjärrvärmeproduktionen medför

Bränsle	Energimängd (kWh/år)
Avfall	-75
El till värmepumpar	635 000
Pellets	7 197 000
PTP	0
Naturgas	207 000
Industriell spillvärme	1 703 000
RT-flis	2 013 000
Bioolja	3 127 000
Biogas	-22 000
Olja	0
Totalt	14 860 000

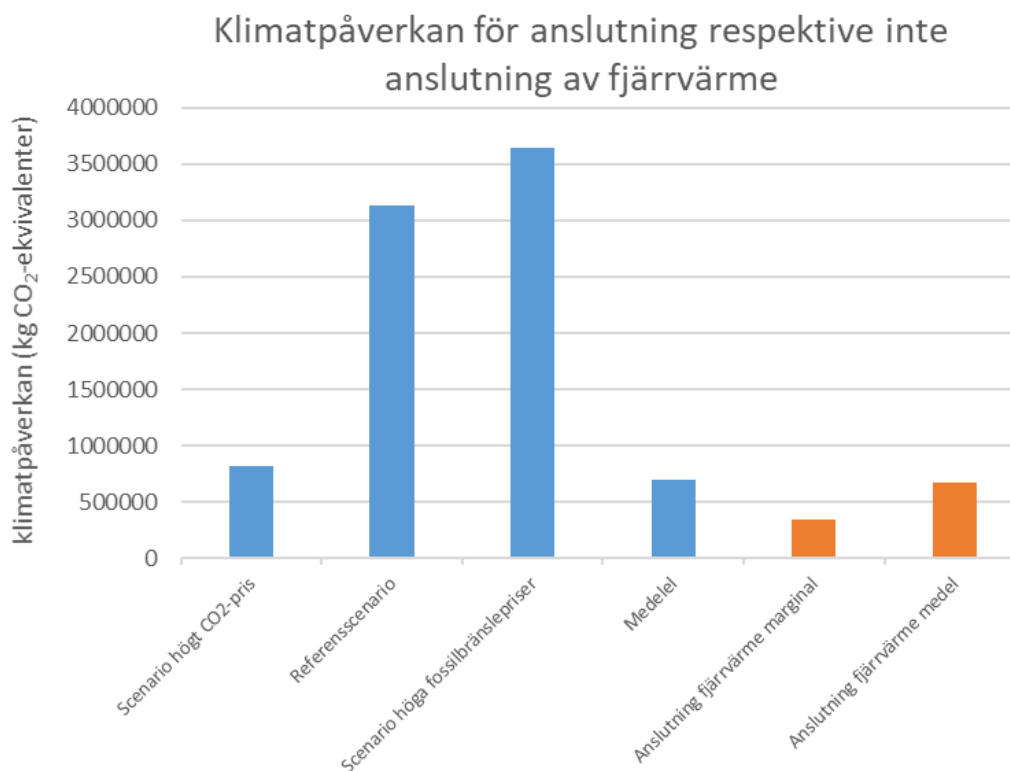
Alla typer av bränslen finns med i beräkningen men några har förenklats i tabellen, så som t ex tallbecksolja som approximeras till bioolja och flis som oavsett sort har approximerats till RT-flis. Att Asmundtorp kopplas in gör att driften ökar sin tillförsel av energi främst i säsongsproduktion så som förbränning av pellets, bioolja och flis. Pellets ökar mest med ca 7,2 GWh, följt av bioolja på ca 3,1 GWh och flis på ca 2,0 GWh. Industriell spillvärme får också stor tillförsel på ca 1,7 GWh. Värmepumparna för att driva spillvärmeproduktionen ökar sin tillförsel med ca 600 MWh och naturgasen ökas med ca 207 MWh. Fossil olja förbränns inte alls, varken med referenslasten eller med den utökade lasten. Baslastanläggningar som PTP- och avfallsförbränning påverkas inte nämnvärt av den utökade lasten. Biogas har heller inte så stor förändring av sin produktion, men har en något mindre förbrukning än i referensfallet. Att biogas som är en topproduktion får mindre produktion fastän lasten är större beror troligtvis på att säsongsproduktioner har visat sig lönsamma och producerat mer i stunder där de tidigare inte producerat.

6.3 Miljöpåverkan för att ansluta respektive att inte ansluta Asmundtorp till fjärrvärmenätet

Miljöpåverkan för att koppla in fjärrvärme till Asmundtorp och för att inte koppla in fjärrvärme till Asmundtorp presenteras i följande avsnitt. Enheten för samtliga resultat som följer är angivet för 2/3 av Asmundtorps årliga uppvärmnings- och tappvarmvattenbehov.

6.3.1 Klimatpåverkan

Figuren nedan visar klimatpåverkan i CO₂-ekvivalenter för fallet då orten ansluts respektive fallet då orten inte ansluts till fjärrvärmenätet.



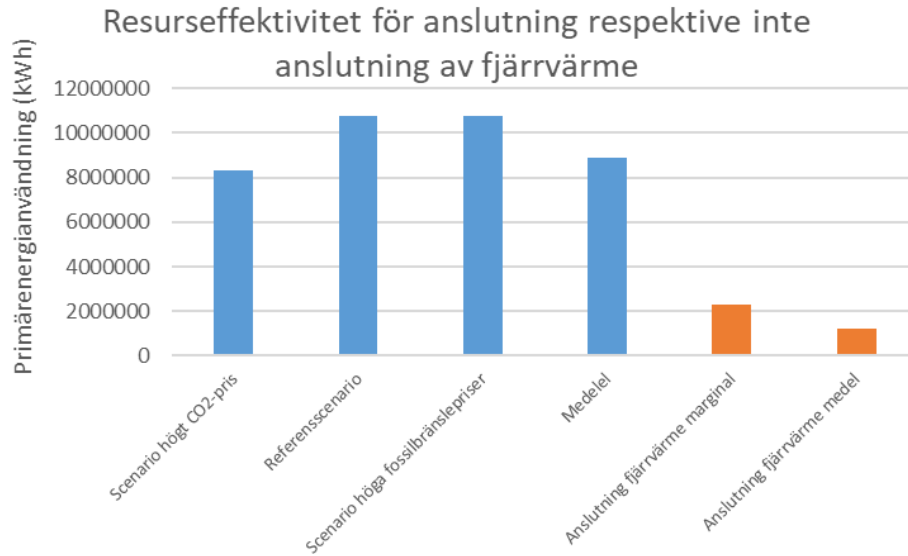
Figur 25. Klimatpåverkan i kg CO₂-ekvivalenter för att ansluta respektive att inte ansluta Asmundtorp till fjärrvärmenätet. De blå staplarna representerar att inte ansluta, där varje stapel representerar ett elscenario. De orange staplarna representerar en anslutning av fjärrvärme, där varje stapel representerar en fjärrvärmeproduktionsmix

Klimatpåverkan för att ansluta orten till fjärrvärmenätet gav en lägre klimatpåverkan än att inte ansluta orten till fjärrvärmenätet, vilket kan ses genom att jämföra de orange och de blåa staplarna i Figur 25. Detta samband gäller oavsett vilket elscenario eller vilken sammansättning på fjärrvärmeproduktionen som beräknats, men skillnaden mellan klimatpåverkan för medel och medelfjärrvärme är mycket liten.

För fallet då orten inte ansluts till fjärrvärme syns det att de olika elscenariona ger väldigt olika klimatpåverkan. Det syns att elscenariona referensscenariot och höga fossilbränslepriser ger mycket större klimatpåverkan, över 3 000 000 kg CO₂-ekvivalenter, än de övriga 2 elscenariona högt CO₂-pris och medel, på ca 800 000 respektive 700 000 kg CO₂-ekvivalenter. För fallet då orten ansluts till fjärrvärme gav medelproduktion ca dubbelt så hög klimatpåverkan som marginalproduktionen, ca 300 000 kg jämt mot 700 000 kg CO₂-ekvivalenter.

6.3.2 Resurseffektivitet

Figuren nedan visar resurseffektivitet mätt i primärenergianvändning för fallet då orten ansluts respektive fallet då orten inte ansluts till fjärrvärmenätet.



Figur 26. Resurseffektivitet mätt i primärenergianvändning (kWh) för att ansluta respektive att inte ansluta Asmundtorp till fjärrvärmenätet. De blå staplarna representerar att inte ansluta, där varje stapel representerar ett elscenario. De orange staplarna representerar en anslutning av fjärrvärme, där varje stapel representerar en fjärrvärmeproduktionsmix

Vad gäller primärenergianvändning har samtliga scenarion då Asmundtorp inte ansluts till fjärrvärme högre värden än om orten ansluts till fjärrvärme. Figur 26 visar alltså att en inkoppling av fjärrvärme ger en högre resurseffektivitet än att inte koppla in fjärrvärme, och sambandet är tydligt. Detta samband är väntat eftersom fjärrvärme är i många fall resurseffektivt då man använder spillvärme och använder avfall som bränsle, vilket gör att allokering av primärenergi läggs delvis på en annan produkt än fjärrvärmen. Vad gäller fallet då orten inte ansluts till fjärrvärmenätet har elscenarion referensscenariot och höga fossilbränslepriser en primärenergianvändning på över 10 000 000 kWh medan scenariot högt CO₂-pris och scenariot medel en primärenergianvändning på över 8 000 000 kWh. Då orten ansluts till fjärrvärmenätet ger en marginalproduktion av fjärrvärmen nästan dubbelt så hög primärenergianvändning, ca 2 300 000 kWh, jämfört med en medelproduktion av fjärrvärmen, på ca 1 200 000 kWh.

7 Diskussion

I detta kapitel diskuteras resultaten och resultatens innebörd. Vidare diskuteras hur metoderna har påverkat resultatet och vilka osäkerheter som kan finnas i resultaten. Slutligen ges förslag till framtida studier.

7.1 Jämförelse miljöpåverkan

Studien har visat att en inkoppling av fjärrvärme både är mer resurseffektiv och har en lägre klimatpåverkan än om orten har kvar de nuvarande uppvärmningsformerna med ett framåtblickande perspektiv. Detta samband har visat sig gälla oavsett vilket elscenario som använts (Figur 25 och 26).

7.2 Miljöpåverkan då orten inte ansluts till fjärrvärme

Nedan diskuteras den nuvarande uppvärmningssituationen på orten och dess miljöpåverkan. Miljöpåverkan för orten i nuläget har kunnat räknas ut med hjälp av energikartläggning och miljöbedömning av de uppvärmningsformer som var representerade.

7.2.1 Energikartläggning

Energikartläggningen beskriver ortens uppvärmningssituation i nuläget. Hur väl energikartläggningen överensstämmer med verkligheten beror på hur väl invånarnas svar angående sin genomsnittsförbrukning svarar för den förbrukning de kommer att ha de närmsta 20 åren. Det beror också på om extrapolering är en bra metod för att få kunskap om förbrukningen för de hushåll som inte svarat på enkäten. Extrapoleringsmetoden återkommer när elförbrukningen räknas ut från E.ON:s data, för att kunna täcka hela orten, varvid det finns en osäkerhet även i denna siffra. Invånarnas enkätsvar och E.ON:s förbrukning är två oberoende källor, vilket höjer trovärdigheten på den elförbrukning som fåtts fram.

7.2.2 Medel/marginalproduktion

Uppvärmningssätten har i huvudsak betraktats och beräknats efter marginalproduktion, men medelproduktionen har också beräknats för jämförelsens skull. Bränsle till förbränning i panncentralen och villorna antas dock ha samma miljöpåverkan för både medel och marginalproduktion. Konsekvenserna av att elproduktionen bedöms som marginalproduktion i stället för medelproduktion är en mycket högre klimatpåverkan och primärenergifaktor. Det spelar också stor roll för miljöpåverkan vilka antaganden som görs angående elens sammansättning när marginalproduktionen beräknas, vilket de olika elscenariona beskriver. Elens klimatpåverkan för ett scenario kan vara fyra gånger så stort jämfört med ett annat scenario (Figur 25). Eftersom största delen av förbrukningen i Asmundtorp består av el, är anslutningsfallets miljöpåverkan starkt beroende av vilket elscenario som valts.

7.3 Miljöpåverkan då orten ansluts till fjärrvärme

Fjärrvärmens miljöpåverkan har i huvudsak bedömts efter marginalproduktionen som Asmundtorps last utgör på det sammankopplade nätet där Landskrona, Helsingborg och Lund ingår.

7.3.1 Medel/marginalproduktion

Beräkningarna av marginalproduktionen av fjärrvärme presenterade en lägre klimatpåverkan än vad beräkningarna av medelproduktionen gjorde. Denna låga klimatpåverkan beror delvis på att när lasten ökade kunde spillvärmeleverantörerna leverera mer fjärrvärme, i stället för att externt lägga till kylning. Fjärrvärmens marginalproduktion visade sig till stor del bestå av flis, pellets och bioolja, som har låg klimatpåverkan. Om lasten hade haft en annan utformning, med t ex större total energimängd eller större topplast, hade marginalproduktionen kunnat se ut på ett annat sätt, med t ex naturgas för att täcka de stora lasterna. Marginalproduktionen för fjärrvärmens innebar en högre primärenergifaktor än

medelproduktionen eftersom att marginalproduktionen inte alls bestod av förbränning av avfall eller PTP, som har de lägsta primärenergifaktorerna.

7.3.2 Sammankoppling av tre fjärrvärmebolag

Miljöbedömningen tar hänsyn till att nätet är sammankopplat mellan de tre bolagen, vilket för Landskronas räkning endast fått positiva miljökonsekvenser. Landskrona Energi har ensamt inte kapacitet att täcka stora variationer i lasten med hjälp av miljövänliga bränslen. Detta eftersom att PTP-anläggningen inte kan variera produktionen i någon större utsträckning och flisanläggningen är reglerbar till viss mån medan naturgaspannorna har möjlighet att regleras. Helsingborg och Lund har däremot stor potential att täcka topplaster med produktion baserad på spillvärme, pellets, bioolja och flis. För Landskronas fall är därför produktionssammansättningen miljövänligare på grund av städernas samarbete. Helsingborg och Lund gynnas förmodligen också miljömässigt av städernas samarbete eftersom att det är mer lönsamt att starta t ex en pellets- eller biooljepanna om lasten är tillräckligt stor, vilket den blir med en sammankoppling.

7.3.3 Produktionsmix

Vilka anläggningar som är i drift styrs i beräkningarna av deras respektive driftskostnad, vilket också är den verkliga metoden för produktionsstyrning. Driftkostnaden för respektive anläggning skulle kunna ändras om t ex bränsleskatter, koldioxidskatter och handel med utsläppsrätter förändrades. Dessa styrmedel avgör därför vilka bränslen som är i drift och hur stor klimatpåverkan blir. Om avgifter för utsläpp av t ex kväveoxider förändras har det verkan på flis- och avfallsförbränning. Annat som kan inverka på produktionen är om spillvärmeleverantörerna har ett annat pris för sin värme eller om någon av anläggningarna har stora tekniska problem. Politiska beslut såsom nya riktlinjer för avfallshantering eller för hur miljövärden ska beräknas kan också påverka fjärrvärmeproduktionen.

7.3.4 Historiska data och framtidsbedömning

Fjärrvärmens miljöpåverkan har analyserats ur ett framtidsperspektiv med antaganden om att produktionen består av samma kapacitet som idag och att lasten i nätet också är samma som idag. Därför är fjärrvärmens medelproduktion ett medelvärde av historiska data och simuleringen för marginalproduktionen utgår från en lastprofil tagen ut ett historiskt år. Däremot utgår det simulerade årets produktion från den produktion som förväntas äga rum år 2020, eftersom det är dit budgeten för bolagen sträcker sig.

7.4 Framtidsblickande

Resultaten innehåller osäkerheter som kommer från antaganden och förenklingar som gjorts vid beräkningarna samt den osäkerhet som ligger i framtidsprognoser. Antaganden har gjorts angående hur den framtida energianvändningen kommer att se ut både vad gäller fjärrvärme- och elanvändningen. Även för energitillförseln av fjärrvärmeproduktion och elproduktion har det gjorts flera antaganden.

7.4.1 Uppvärmningstillförsel Asmundtorp

Energikartläggningen och därmed också miljöpåverkansberäkningen bygger på antagandet att orten har precis samma uppvärmningssätt och energiförbrukning i framtiden som de har idag. Det finns dock många potentiella förändringar som skulle leda till en annan förbrukning. Invånare kan komma att byta uppvärmningssätt, t ex att fler skaffar värmepump. Detta skulle ge en lägre elförbrukning för orten totalt. Om fler skaffar sig jord- och bergvärmepump kommer troligtvis fjärrvärmeintresset minska på orten. Egenproduktion av solenergi kan få ett genomslag som gör att efterfrågan av köpt energi minskar.

Energitillförseln skulle också kunna bli annorlunda. Renoveringar som förbättrar isolering av husen kommer att minska energitillförseln, medan utbyggnader av hus och nybyggen ökar energitillförseln.

Vad gäller nybyggda hus är de ofta energisnåla, eller är t o m passivhus, vilket medför en minskad energitillförsel. Ett förändrat klimat på grund av global uppvärmning kan göra att efterfrågan av värme minskar.

Om efterfrågan på energi minskar kan det innebära att påverkan av byggnationen av fjärrvärmeledningen till Asmundtorp utgör en större del av fjärrvärmens totala miljöpåverkan. Detta skulle kunna leda till att fjärrvärmens miljöpåverkan ökar mer i jämförelse med de andra uppvärmningsformerna. Om efterfrågan på energi i stället ökar på orten utgör fjärrvärmebyggnation en mindre del av fjärrvärmens miljöpåverkan, men miljöpåverkan för produktion av fjärrvärme skulle kunna bli större eftersom det kanske krävs mer marginalbränslen för att täcka energibehovet.

Elscenariona är gissningar om hur elproduktionen kan komma att se ut i framtiden och vilket scenario som bäst beskriver verkligheten beror på flera faktorer. Något som är betydande för elproduktionen är vilka styrmedel som råder. Elcertifikat har de senaste åren haft en betydande roll för vindkraftverksutbyggnad, men eftersom nya elcertifikat bara ges ut fram till år 2030 råder det en viss osäkerhet om hur utbyggnad av förnybar elproduktion kommer att se ut efter år 2030. Nya styrmedel eller ändringar av styrmedel är händelser som troligen kommer att äga rum de närmsta 20 åren. Teknisk utveckling av ett elproduktionssätt, t ex solceller, kan innebära att samma elproduktionssätt ökar sin andel i elmixen. Politiska beslut kan leda till att kärnkraft antingen läggs ned eller satsas mer på. Vad som händer med elproduktionen i grannländerna kommer också att påverka vilken elmix Sverige får, eftersom el köps och säljs mellan länderna. Speciellt påverkas marginalproduktionen av detta eftersom Sverige behöver köpa in el just då som lasten är extra hög.

7.4.2 Elanvändning Sverige

Asmundtorp utgör i ett framåtblickande perspektiv en marginalproduktion, eftersom det räknas som en förändring på ett system. Dock är Asmundtorps last en mycket liten del av hela Sveriges elanvändning. Därför skulle man kunna anta att lasten inte påverkar elsystemet nämnvärt, och med det perspektivet skulle det kanske vara möjligt att se Asmundtorps elanvändning som medelproduktion.

Scenariona bygger på att Sveriges elanvändning ökar med 5 TWh, men hur Sveriges elanvändning förändras de närmsta 20 åren går inte att veta. En ekonomisk utveckling och befolkningsökning leder ofta till en ökning av hushållsel och driftel, varför man kan argumentera för att elanvändningen kommer att höjas de närmsta 20 åren. Däremot skulle elanvändningen kunna minska på grund av exempelvis effektiviseringar och passivhus.

7.4.3 Fjärrvärmemarginal

Det som händer när Asmundtorps last läggs på fjärrvärmenätet är att säsongproduktioner såsom flis-, bioolja- och pelletsförbränning är i drift i stället för toppproduktioner så som fossilpannor. Det ökade lastunderlaget möjliggör alltså mer drift av säsonganläggningarna, eftersom det finns utrymme att höja säsongproduktionen. Om nätet däremot skulle få en ännu högre last med samma produktionsanläggningar är det möjligt att taket för säsongproduktionens kapacitet nås. För flispannorna betalar bolagen för ett utsläppstak som bestämmer hur mycket kväveoxider som maximalt får släppas ut. Om flisförbränningen når sitt tak blir det en ekonomisk avvägning huruvida det är lönt att köpa ett högre utsläppstak eller förbränna ett dyrare bränsle, t ex att köra en naturgaspanna.

7.4.4 Förändring av fjärrvärmens produktion och användning

Fjärrvärmeproduktionen kan komma att förändras i Landskrona, Lund och Helsingborg de närmsta 20 åren på grund av olika anledningar. Effektivare tekniker i kraftvärmeverken kan göra produktioner både större och kostnadseffektivare. Mängden spillvärme kan öka om man väljer att samarbeta med fler spillvärmeleverantörer eller att de befintliga levererar mer. ESS och MAX IV, som är

spillvärmeleverantörer till Krafringen, förväntas leverera mer spillvärme till fjärrvärmenätet de närmsta åren. Det skulle också kunna bli så att spillvärmeleverantörerna hittar tekniker som minskar sina behov av kylning och kan därför inte leverera lika mycket fjärrvärme. Om utbyggnader av fjärrvärme sker inom städerna eller till fler orter blir förmodligen fjärrvärmesystemet större, både produktionsmässigt och användarmässigt, vilket skapar nya förutsättningar och möjligheter att optimera produktionen.

7.5 Avgränsningar

Vissa parametrar har bortsetts ifrån alternativt förenklats när beräkningarna gjorts, vilket kan ha fått konsekvenser för resultatet.

7.5.1 Fjärrvärmemarginal

De stora kraftvärmeverken i fjärrvärmesystemet kan ibland utsättas för stillestånd eller haveri, och för uppstarten av ett sådant kraftvärmeverk eldas fossil olja innan man går över till det fasta bränslet, på grund av förbränningstekniska skäl. Enligt simuleringen krävs ingen uppstart av anläggningar eftersom simuleringen beskriver det optimala driftsfallet. Genom att anta att det sker lika många haveri och uppstarter oavsett om Asmundtorp är inkopplat eller inte, skulle ändå simuleringens svar på Asmundtorps fjärrvärmesammansättning kunna beskriva verkligheten tillräckligt väl. I simuleringen är väderförhållanden kända på förhand, men i verkligheten skulle det antagligen förbrännas mer fossila bränslen som uppkommer av oförutsedda kalla utomhustemperaturer.

7.5.2 Miljöpåverkanskategorier

Resultaten har kunnat bedöma vilken miljöpåverkan det innebär då fjärrvärme ansluts respektive inte ansluts till orten med avseende på klimat och resurseffektivitet, men resultaten har inte gett någon kunskap om hur andra miljöpåverkanskategorier påverkas. Några andra miljöpåverkanskategorier som hade kunnat studeras är exempelvis biologisk mångfald, försurning, övergödning eller hälsoskadlig luftmiljö. Uppvärmning leder till någon form av påverkan av dessa miljökategorierna eftersom dels fjärrvärmeproduktion och småskalig eldningsläsning släpper ut partiklar och kväveoxider och grävning av fjärrvärmerörsinfrastruktur kan inverka på habitat för olika växt- och djurarter. Uppvärmning genom elproduktion har verkan på miljön vid t ex dammbyggnad till vattenkraft, risker hos kärnkraft och lokal miljöpåverkan vid produktion av kol- och naturgaskraft.

7.5.3 Allokering avfall

Fjärrvärmen som producerats genom avfallsförbränning har allokerats som en restprodukt i enlighet med Värmemarknadskommitténs riktlinjer (Värmemarknadskommittén, 2016). Detta är den allokeringssmetod som ger fjärrvärmen högst resurseffektivitet, jämfört med de andra metoderna. Det är inte självklart vilken metod som är den korrekta. Eftersom Värmemarknadskommittén består av dels Energiföretagen Sverige och olika fastighetsbolag som själva har ett intresse i att fjärrvärme ges positiva miljövärden är kanske inte deras val av allokeringssmetod att se som neutral. Å andra sidan har även Miljöfaktaboken samma bedömning angående avfallsbaserad fjärrvärme (Gode et al, 2011). Ett hållbart omhändertagande av avfall bör ske enligt avfallstrappan, varför också allokeringssmetoden bör gynna en sådan typ av omhändertagande. Studien innehåller dock ingen analys kring hur avfallet hade kunnat hanteras på ett annat sätt, t ex genom materialåtervinning av PTP (papper, trä, plast) eller flis. Om avfallet ska studeras bör även importländernas avfallshantering ingå i analysen.

7.6 Andra studier på området

Denna studies resultat ger liknande samband som ett tidigare examensarbete visat, som jämförde miljöpåverkan på bergvärmepump, luft/vattenvärmepump och fjärrvärme (Bergman & Persson, 2014). I båda studierna visade sig fjärrvärme ha lägst klimatpåverkan. Fjärrvärmen i både detta och deras examensarbete bedömdes ha högst resurseffektivitet av uppvärmningsformerna.

7.7 Resultatens betydelse för samhället

Landskrona Energi kan använda resultaten till att bedöma om det är miljömässigt fördelaktigt att koppla in Asmundtorp till fjärrvärmenätet, och en utbyggnad kan motiveras med kännedomen om miljövinsten som denna rapport kommer fram till. Bolaget planerar troligtvis andra investeringar som ger snabbare ekonomisk lönsamhet, men beslut skulle även kunna baseras på den miljömässiga lönsamheten. För Landskrona stad är det viktigt att kommunen satsar på hållbara lösningar, både för långsiktig hälsa och miljö för invånarna och för att sätta en positiv prägel på staden.

Landskrona Energi kan söka bidrag från Klimatklivet för att få ekonomiskt stöd för den investering utbyggnaden innebär. I ansökan till Klimatklivet kan de använda sig av resultaten som denna rapport kommit fram till, men komplettering angående investeringskostnaden behöver tilläggas. Resultaten bygger på en anslutningsgrad på 2/3, men om bolaget lyckas höja anslutningsgraden kan man förvänta sig att de miljömässiga och ekonomiska fördelarna ökar.

Många fjärrvärmebolag i Sverige befinner sig i liknande situationer som Landskrona Energi gör, i avseendet att det finns möjlighet att ansluta angränsande orter till fjärrvärmenätet. Vissa orter som är intressanta att ansluta har tidigare haft närvärme, med en panncentral som försörjer delar av orten, likt fallet för Asmundtorp. Andra orter har aldrig haft några fjärrvärmeledningar. Studien kan inte användas till att bedöma miljösituationen för att ansluta eller inte ansluta andra orter i Sverige till fjärrvärme. Data är specifika för just platsen Asmundtorp, både vad gäller energikartläggningen och fjärrvärmens miljövärden, och dessa kan variera väldigt mycket mellan olika orter. Däremot kan studien vara till inspiration vad gäller metoder och dylikt för att bedöma orter på andra platser i Sverige.

7.8 Framtida studier

För att komplettera studien och helhetsmässigt bedöma fjärrvärmen skulle det vara intressant att vidare studera avfallsförbränningen för fjärrvärmeproduktion. Allokeras avfallet till fjärrvärmeproduktion rätt då det bedöms som en restprodukt? Hur tas avfallet bäst omhand enligt avfallstrappan enligt ett miljömässigt och resursmässigt perspektiv?

Denna rapport har inte som syfte att jämföra påverkan från något annat än klimat och resurseffektivitet. Men det finns även andra miljöpåverkan som är relevant att studera, t ex av kväveoxider och partiklar som leder till försurning och hälsoskadlig luftkvalitet. Landskrona stad skulle kunna vara intresserad av att en sådan studie gjordes för att utveckla stadsmiljön i en hållbar riktning.

8 Slutsatser

Ur miljöhanseende med hänsyn till klimatpåverkan och resurseffektivitet innebär en anslutning av Asmundtorp till fjärrvärmenätet en positiv miljöeffekt. En stor del av energin till uppvärmning för Asmundtorp utgörs i nuläget av el. Därför är miljöpåverkan för att ha kvar den nuvarande uppvärmningssituationen på orten starkt beroende av vilket elscenario som den framtida produktionssammansättningen har approximerats till. Produktionssammansättningen för fjärrvärme påverkas av driften i Lund, Landskrona och Helsingborg och ger olika resultat då man simulerat marginalproduktionen för Asmundtorp eller beräknat medelvärden för produktionen i hela nätet.

9 Referenser

- BEFESA SCAN DUST 2017. *Vår verksamhet* [Online]. Available: <http://www.scandust.se/verksamhet/> [Accessed 2017-09-29].
- BOLIDEN. 2017. *Bäst på återvinning av bly* [Online]. Available: <https://www.boliden.com/sv/verksamhet/smaltverk/boliden-bergsoe/#> [Accessed 2017-09-29].
- STATISTISKA CENTRALBYRÅN. 2017. *Folkmängd och landareal i tätorter, per tätort. Vart femte år 1960 - 2016* [Online]. Available: http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_MI_MI0810_MI0810A/LandarealTatort/?rxid=ff9309f9-7ecb-480f-a73c-08d86b3e56f8 [Accessed 2017-09-21].
- ESKILSTUNA ENERGI. 2017. Så fungerar fjärrvärme i din villa.
- LANDSKRONA ENERGI. 2017. *Klimatsmart uppvärmning* [Online]. Available: <https://www.landskronaenergi.se/privat/fjarrvarme/> [Accessed 2017-09-21].
- ENERGIMYNDIGHETEN 2015. *Energiläget 2015*. Bromma: Statens energimyndighet.
- ENERGIMYNDIGHETEN 2017. *Energiläget i siffror 2017*. Energimyndigheten.
- BERGMAN, E. PERSSON, J. 2014. *Hållbarhetsanalys av uppvärmningsalternativ. En jämförelse mellan fjärrvärme och värmepumpar ur ett kundperspektiv i Lunds kommun*. Lunds Universitet.
- HERMANSSON, D. 2013. *Effektiviseringsåtgärder i tryckluftsystemet hos Vattenfall Värme Uppsala*. Uppsala Universitet.
- SKÖLDBERG, H. UNGER, T. 2008. *Effekter av förändrad elanvändning/elproduktion. Modellberäkningar*. Energimyndigheten.
- SWEDISH STANDARDS INSTITUTE. 2006. *Miljöledning - Livscykelanalys - Krav och vägledning (ISO 14044:2006)*.
- GODE, J. LÄTT, A. EKVALL, T. MARTINSSON, F. ADOLFSSON, I. LINDBLOM, J. 2015. *Miljövärdering av energilösningar i byggnader. Metod för konsekvensanalys*. Energiforsk: IVL Svenska Miljöinstitutet.
- GODE, J. MARTINSSON, F. HAGBERG, L. 2011. *Miljöfaktaboken 2011 Uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transporter*. Stockholm: Värmeforsk.
- GODE, J. FREDÉN, J. ADOLFSSON, I. EKVALL, T. 2012. *Värdering av fjärrvärmens resurseffektivitet och miljöpåverkan*. Fjärrsyn.
- JOHANSSON, L. J. 2016. *Småskalig uppvärmning. Utsläpp och haltberäkningar för Skånes kommuner*. Miljöförvaltningen Malmö.
- LARSSON, P. 2016. *Emissionskontroll 2016 Asmundtorp*. Inogen Environmental Alliance.
- LINDQVIST, H. 2016. *Lagar och regler om avfall* [Online]. Naturvårdsverket. Available: <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Avfall/Lagar-och-regler-om-avfall/> [Accessed 2017-10-17].
- LÖFSTRÖM, G. 2017. *Evita ett unikt fjärrvärmesamarbete* [Online]. Nordiska projekt energi. [Accessed 2017-11-22].
- MACMILLAN, A. 2016. *Global warming 101* [Online]. Natural Resources Defense Council. Available: <https://www.nrdc.org/stories/global-warming-101> [Accessed 2017-10-17].
- ERLANDSSON, M. EKVALL, T. LINDFORS, L-G. JELSE, K. 2014. *Robust LCA: Typologi över LCA-metodik - två kompletterande systemsyner*. IVL Svenska Miljöinstitutet.
- MATCH, G. 2017. *En investering i en värmepump är ett billigt, bekvämt och miljövänligt alternativ* [Online]. Green Match. Available: <https://www.varmepumppriser.se/> [Accessed 2017-11-13].
- NATURVÅRDSVERKET 2005. *Förbränningsanläggningar för energiproduktion inklusive rökgaskondensering (utom avfallsförbränning)*. *Branschfakta*
- NATURVÅRDSVERKET 2015. *Tillsammans vinner vi på ett giftfritt och resurseffektivt samhälle. Sveriges program för att förebygga avfall 2014-2017*.
- NATURVÅRDSVERKET. 2017. *Sveriges miljömål* [Online]. Available: <http://www.miljomal.se/Miljomalen/> [Accessed 2017-10-04].
- SKANTZ, J. 2016. *Val*. Landskrona stad.

- STRAUSS, C. M. 2017. *Om klimatklivet* [Online]. Naturvårdsverket. Available: <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Bidrag/Klimatklivet/Om-Klimatklivet/> [Accessed 2017-11-23].
- SVANTESSON, I. 2015. Förebyggande av avfall. Avfall Sverige.
- FREDRIKSEN, S. WERNER, S. 2013. *District Heating and Cooling*, Studentlitteratur.
- VÄRMEMARKNADSKOMMITTÉN 2016. Överrensommelse i värmemarknadskommittén 2016. Energiföretagen.
- ZINKO, H. BÖHM, B. 2005. *Värmeförluster i småhusområdet Prästmarken, Växjö*, Svensk Fjärrvärme
- ÖRESUNDSKRAFT. 2017. *Fjärrvärmeledning mellan Helsingborg och Landskrona* [Online]. Available: <https://oresundskraft.se/om-oresundskraft/produktion-och-distribution/distributionsnaet/helsingborg/landskronaledningen/> [Accessed 2017-11-22].

Bilaga 1. Miljöpåverkan per kWh för olika uppvärmningsformer

Tabell 10. Klimatpåverkan för varje uppvärmningsform i kg CO₂-ekvivalenter/kWh

Uppvärmningsform	Klimatpåverkan (kg CO ₂ -ekvivalenter/kWh)
El, högt koldioxidpris	0,1575
El, referensscenario	0,6650
El, höga fossilbränslepriser	0,7750
El, medel	0,1312
Olja	0,2909
Pellets	0,0205
Ved	0,0407
Luftvärmepump, högt koldioxidpris	0,0630
Luftvärmepump, referensscenario	0,2660
Luftvärmepump, höga fossilbränslepriser	0,3100
Luftvärmepump, medel	0,0525
Bergvärmepump, högt koldioxidpris	0,0450
Bergvärmepump, referensscenario	0,1900
Bergvärmepump höga fossilbränslepriser	0,2214
Bergvärmepump, medel	0,0375
Jordvärmepump, högt koldioxidpris	0,0450
Jordvärmepump, referensscenario	0,1900
Jordvärmepump, höga fossilbränslepriser	0,2214
Jordvärmepump, medel	0,0375
Fjärrvärme, medel	0,0500
Fjärrvärme, marginal	0,0261

Tabell 11. Primärenergifaktor för varje uppvärmningsform i kWh/kWh

Uppvärmningsform	Primärenergifaktor (kWh/kWh)
El, högt koldioxidpris	1,62
El, referensscenario	2,15
El, höga fossilbränslepriser	2,15
El, medel	1,74
Olja	1,11
Pellets	1,11
Ved	1,11
Luftvärmepump, högt koldioxidpris	0,65
Luftvärmepump, referensscenario	0,86
Luftvärmepump, höga fossilbränslepriser	0,86
Luftvärmepump, medel	0,69
Bergvärmepump, högt koldioxidpris	0,46
Bergvärmepump, referensscenario	0,61
Bergvärmepump höga fossilbränslepriser	0,61
Bergvärmepump, medel	0,59
Jordvärmepump, högt koldioxidpris	0,46
Jordvärmepump, referensscenario	0,61
Jordvärmepump, höga fossilbränslepriser	0,61

Jordvärmepump, medel	0,59
Fjärrvärme, medel	0,09
Fjärrvärme, marginal	0,17

Bilaga 3. Enkät

Enkät om fjärrvärme i Asmundtorp

Landskrona Energi har en förhoppning om att ansluta Asmundtorp till Landskronas fjärrvärmenät, där du i så fall har möjlighet att ta del av denna fjärrvärme.

För att vi ska få så mycket kunskap som möjligt för hur ett fjärrvärmenät i Asmundtorp skulle kunna vara utformat skickar vi ut en förfrågan till alla fastighetsägare i ditt område.

För vår undersökning är det av stort värde att få information om din nuvarande uppvärmningsform, din årliga förbrukning samt om du är intresserad av en eventuell fjärrvärmeanslutning.

Fyll i bifogad blankett och posta med bifogat svarskuvert (porto är betalt) eller svara på vår hemsida via <https://www.landskronaenergi.se/privat/fjarrvarme/>. Senaste svarsdagen är den 29 september.

Tack för din medverkan!

Med vänliga hälsningar
Linnea Andersson

Landskrona Energi AB

Enkät om fjärrvärme i Asmundtorp.

Fyll i blanketten och returnera i bifogat svarskuvert. OBS! Detta är en utredningsenkät och du förbinder dig inte till något

Kontakt- uppgifter	Namn fastighetsägare		Personnr/Org.nr		
	Adress		Postnr och ort		
	Telefonnr	Mobilnr	E-postadress		
Uppgifter om fastigheten	Adress		Villa	Flerfamiljshus	Industri/annat
	Fastighetsbeteckning		O	O	O
	Fastighetsadress		Postnr och ort		

Är du intresserad av fjärrvärmeanslutning?

- Ja
- Nej
- Jag är redan ansluten till fjärrvärmenätet

Uppvärmad yta kvm:

**Nuvarande uppvärmningsform,
(kryssa i ett eller flera alternativ samt ange förbrukning):**

- Elpanna, kWh/år:
- Ved, m³/år:
- Oljepanna, m³/år:
- Direktverkande el, inte vattenburen värme, kWh/år:
- Värmepump, ange typ (*bergvärme/luftvärme/etc*), kWh/år:
- Pellets, m³/år:
- Annat system: _____, kWh/år:

Övrigt:

Har du frågor eller funderingar är du välkommen att ringa **0418-47 33 43** eller mejla linnea.andersson@landskronaenergi.se