

Energibehovet i Skåne

En analys av klimat- och energistrategin med LEAP

TOBIAS FROLOV 2022
MVEM02 EXAMENSARBETE FÖR MAGISTEREXAMEN 15 HP
MILJÖVETENSKAP | LUNDS UNIVERSITET



Energibehovet i Skåne

En analys av klimat- och energistrategin med LEAP

Tobias Frolov

2022



LUNDS
UNIVERSITET

Tobias Frolov
MVEM02 Examensarbete för magisterexamen 15 hp, Lunds universitet
Intern handledare: Maria Hansson, CEC, Lunds universitet

CEC - Centrum för miljö- och klimatforskning
Lunds universitet
Lund 2022

Abstract

Climate change is one of the great challenges of our time and requires adaptation on many levels of society, including a transition to renewable energy sources. There is a goal to achieve a fossil-free and climate-neutral Scania by 2030, which puts pressure on the energy system which must also meet rising energy demands.

The objective of this study was to describe the future energy demand in Scania, to identify which problem areas should be prioritized to lower emissions most effectively. This was done using the software LEAP (Low Emissions Analysis Platform) to create a model of the energy demand, taking into account suggested policy actions outlined within the region's climate- and environmental strategy.

The results indicate that the transport sector will remain the largest source of energy demand in 2030. Presently, the most effective strategy seems to be the electrification of transports, using biogas as a complementary fuel, but transitions within the industry sector may turn out to become the higher priority in the near future. However, there are many uncertainties within the model, and several improvements are suggested before using it as a basis for decision-making. This includes taking advantage of new data and increasing the level of detail.

Keywords: Energy demand, Carbon dioxide emissions, Climate analysis, Modelling

Populärvetenskaplig sammanfattning

En modell av det framtida energibehovet i Skåne

För att nå ett fossilfritt och klimatneutralt Skåne krävs en omställning inom hela samhället, men hur kommer detta påverka energisystemet och vad ska vi prioritera för att minska klimatpåverkan i framtiden på ett effektivt sätt? Kan modelleringsverktyg som LEAP hjälpa till med att svara på dessa frågor?

Resultatet pekar mot att transportsektorn kommer förbli den största energiförbrukaren i Skåne år 2030. Elektrifieringen av fordon, med biogas som kompletterande drivmedel, är den mest effektiva strategin för att minska klimatpåverkan just nu, men omställningar inom industrin kan bli viktigare i framtiden. Med det sagt finns det stora osäkerheter med resultatet, och modellen behöver vidareutvecklas för att kunna användas i vägledande syfte.

Mjukvaran LEAP (Low Emissions Analysis Platform) användes för att skapa en modell av energisystemet år 2030, baserat på klimat- och energistrategin för Skåne och data från Länsstyrelsen samt Statistiska centralbyrån. Tanken med en sådan modell är att förutspå energibehovet inom olika områden av samhället, för att kunna avgöra vad som är viktigast att fokusera på för att minska klimatpåverkan på ett effektivt sätt. För att utnyttja LEAP till fullo krävs dock ett mer långtgående projekt som utforskar energisystemet i djupare detalj.

Klimatförändringarna är en av vår tids största utmaningar och omfattar omställningar på flera nivåer av samhället. Det finns idag en målbild om att Skåne ska vara fossilfritt och klimatneutralt till 2030, men detta ställer extremt höga krav på energisystemet som samtidigt måste kunna möta ett växande energibehov. Modelleringsverktyg som LEAP kan potentiellt användas för att vägleda arbetet mot ett hållbart energisystem, och denna studie kan ses som ett inledande försök.

Innehållsförteckning

Abstract 3

Populärvetenskaplig sammanfattning 5

Innehållsförteckning 7

Förkortningar 9

1. Introduktion 11

1.1. Problemformulering 11

1.2. Klimat- och energistrategi för Skåne 12

1.3. Syfte och frågeställning 15

1.4. Avgränsningar 15

2. Metod 17

2.1. Om LEAP 17

2.2. Data 18

2.2.1. Energianvändning 18

2.2.2. Aktivitet 18

2.2.3. Prognoser 19

2.2.4. Produktion och distribution 19

2.3. Scenarier 20

2.3.1. Huvudscenarier 20

2.3.2. Alternativa scenarier 21

2.4. Beräkningar i LEAP 22

3. Resultat 23

3.1. Energibehovet 23

3.1.1. Det totala energibehovet 23

3.1.2. Energibehovet per sektor 24

3.1.3. Energibehovet per bränsle 26

3.2. Koldioxidutsläpp 27

3.2.1. Huvudscenarier 27

3.2.2. Alternativa scenarier A	29
3.2.3. Alternativa scenarier B	30
3.3. Sankey-diagram	31
4. Diskussion	33
4.1. Begränsningar av modellen	33
4.2. Det framtida energisystemet	33
4.3. Alternativa strategier	35
4.4. Möjliga förbättringar av modellen	35
4.5. Etisk reflektion	36
5. Slutsats	37
6. Tackord	39
7. Källförteckning	41
Appendix	43
Appendix 1: Energianvändning	43
Appendix 2: Aktivitet	45
Appendix 3: Prognoser	46
Appendix 4: Produktion och distribution	47

Förkortningar

BRP	Bruttoregionprodukt
IPCC	Förenta nationernas klimatpanel
LEAP	Low Emissions Analysis Platform
SCB	Statistiska centralbyrån
SEI	Stockholm Environment Institute

1. Introduktion

1.1. Problemformulering

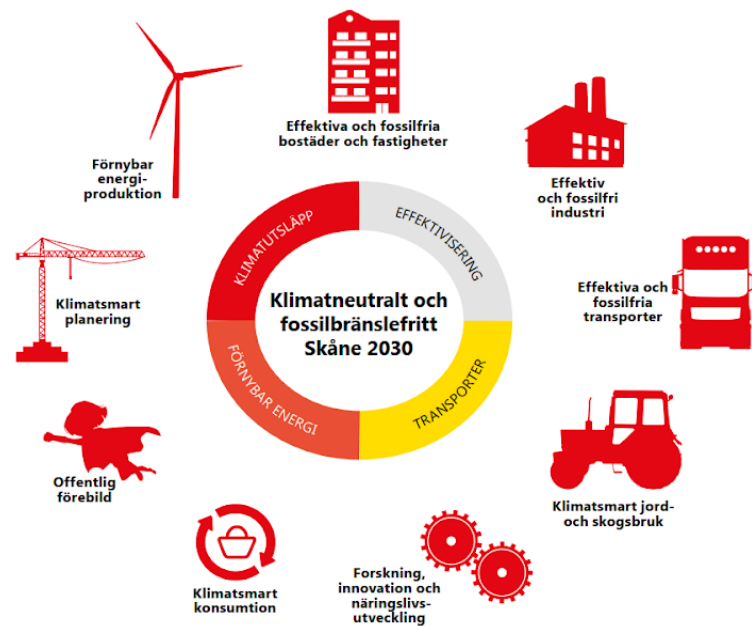
Klimatförändringarna representerar en stor utmaning för samhället och kräver en omställning mot hållbar användning av jordens resurser (Persson, 2018). Denna utveckling sker på flera nivåer av samhället, inte minst genom omställningen mot förnybara energikällor. Internationellt drivs klimatarbetet bland annat genom Parisavtalet, Agenda 2030 och EU:s klimatpolitik (ibid.). På nationell nivå grundas arbetet med miljö- och energifrågor i nationella miljömål, som Begränsad klimatpåverkan och God bebyggd miljö, samt riksdagens klimatpolitiska ramverk—som satt det långsiktiga målet att Sverige ska ha noll nettoutsläpp av växthusgaser år 2045 (ibid.; Sveriges Miljömål, 2021; Regeringen, 2017).

Klimat- och energistrategin för Skåne är en strategi som har utvecklats för att ge vägledning för det fortsatta klimat- och energiarbetet i Skåne län (Persson, 2018). Strategin har tagits fram av Klimatsamverkan Skåne—som inkluderar Länsstyrelsen Skåne, Kommunförbundet Skåne och Region Skåne—och fokuserar på minskade klimatutsläpp samt en ökad andel förnybar energi (ibid.). Målbilden är enligt strategin att Skåne ska bli fossilbränslefritt och klimatneutralt till 2030 (ibid.). Samtidigt som utvecklingen mot ett hållbart samhälle fortsätter förväntas sektorerna och energianvändningen att växa, vilket ställer höga krav på energisystemet. För att nå såväl regionala som nationella mål krävs därför en löpande analys av energibehovet inom de olika sektorerna, hur detta behov förväntas utvecklas, och vilken mix av tillgängliga energislag som lämpar sig bäst för att möta behovet från ett klimat- och samhällsekonomiskt perspektiv.

Forskningen kring modellering av energibehov är bred, och inkluderar flera vedertagna tillvägagångssätt (Verwiebe et al., 2021). En av de vanligaste metoderna är statistisk analys i form av tidsserieanalys samt regression (ibid.). Dessa modeller är populära bland forskare eftersom de är relativt enkla att implementera och endast kräver historisk förbrukningsdata som grund, men även tillåter möjligheten att komplettera med andra parametrar (ibid.).

1.2. Klimat- och energistrategi för Skåne

För att nå målet om ett fossilbränslefritt och klimatneutralt Skåne redovisar klimat- och energistrategin nio prioriterade åtgärdsområden och uppskattar potentialen av planerade åtgärder (figur 1) (Persson, 2018). Denna potential är relevant för att uppskatta det framtida energibehovet, och sammanfattas därför kort i detta avsnitt.



Figur 1

Målbild, målområden och prioriterade åtgärdsområden för Klimat- och energistrategi för Skåne (Persson, 2018).

Energiproduktion

Inom förnybar energiproduktion finns det enligt klimat- och energistrategin stor potential för havsbaserad vindkraft, och det finns redan beviljade tillstånd som motsvarar en utökning på 4,1 TWh (Persson, 2018). Produktionen av solenergi uppskattas även kunna utökas med 0,7–1,3 TWh till 2030 (ibid.). Biogaspotentialen i Skåne uppgår till 3 TWh, men även då är import av biogas en förutsättning för att möta behovet av konventionella fordon (ibid.). Inom fjärr- och kraftvärme måste en stor andel av fossila bränslen ersättas (ibid.). Användningen av naturgas inom fjärrvärmeproduktionen måste också ersättas med exempelvis biogas (ibid.).

Transport

Det finns enligt klimat- och energistrategin stor potential att öka andelen gång, cykel och kollektivtrafik, och för att minska användningen av personbilar till förmån för dessa alternativ förslås ett antal styrmedel: inklusive energi- och koldioxidskatter, beteendepåverkan, samt koldioxidsnål infrastruktur (Persson, 2018). Eldrivna fordon beräknas utgöra 40 procent av transporter år 2030, förutsatt att laddinfrastrukturen fortsätter att utvecklas (ibid.).

Fysisk planering

Genom klimatsmart fysisk planering finns det enligt klimat- och energistrategin potential att minska regionala koldioxidutsläpp med 15–20 procent till 2030 (Persson, 2018). För att uppnå detta är det viktigt att i ett tidigt skede diskutera klimat- och energismarta lösningar vid framtagande av planeringsunderlag, visioner, strategier och översiktsplaner (ibid.). Länsstyrelsens roll som rådgivare betonas, och strategin inkluderar ett antal sektoröverskridande åtgärder—som tätare bebyggelse mellan bostäder och verksamheter, samt stärkt kollektivtrafikförsörjning (ibid.).

Bostäder och fastigheter

Enligt klimat- och energistrategin ligger den största potentialen för bostäder och fastigheter inom ombyggnad och renovering av befintliga byggnader (Persson, 2018). Genom information och rådgivning till fastighetsförvaltare samt energisnålt byggande och utfasning av mindre energieffektiva uppvärmningsalternativ, finns det potential för energianvändningen inom sektorn att minska med 20 procent till 2030 (ibid.).

Industri

Det finns enligt klimat- och energistrategin goda möjligheter att fasa ut fossila bränslen inom fjärr- och kraftvärmeproduktion och inom stora delar av den skånska industrin (Persson, 2018). Inom fjärrvärmesystemen kan detta ske genom att ersätta fossila bränslen med biobränslen, geoenergi, spillvärme och solvärme (ibid.). Inom industrin kan värmebehovet mötas med hjälp av biobränslen, el, geoenergi, solvärme och fjärrvärme (ibid.). Dessutom kan energianvändningen inom företag effektiviseras med 15–20 procent, och denna potential kommer att vara högre 2030 (ibid.).

Innovation

Klimat- och energistrategin betonar potentialen att utveckla klimatomässiga lösningar genom att främja innovationskulturen i Skåne, men ger inga konkreta uppskattningar av potentiell påverkan på själva energibehovet genom innovation (Persson, 2018). Åtgärder inkluderar bland annat att skapa marknad för klimatsmarta lösningar och stimulera samverkansmiljöer och plattformar (ibid.).

Jord- och skogsbruk

Den största klimatpåverkan från jord- och skogsbrukssektorn i Skåne kommer från djurhållning och gödselhantering, medan skogsbruket tvärtom levererar mer klimatnytta än utsläpp (Persson, 2018). Ökad energieffektivitet inom jordbruket beräknas kunna minska energianvändningen med 10–15 procent (ibid.). Skogsbruket har även potential att leverera stora mängder biomassa och mer än fördubbla sitt uttag av grenar, toppar och gallringsvirke, medan jordbruksgrödor kan bidra med 4–10 TWh biodrivmedel årligen (ibid.). Potentialen att minska förbrukningen och byta till förnybara drivmedel beror dock både på kostnaden av fossila alternativ, utvecklingen av motorer, och produktionens maskinintensitet (ibid.).

Konsumtion

Klimat- och energistrategin lyfter köttkonsumtion och flygresor som två viktiga områden för utveckling (Persson, 2018). Offentlig upphandling, beteendepåverkan, resepolicy och främjandet av cirkulära affärsmodeller lyfts som möjliga åtgärder för att påverka konsumtionen, men någon konkret uppskattning av påverkan på energibehovet genom förändrad konsumtion nämns ej (ibid.).

Offentliga aktörer

Offentliga verksamheter har enligt klimat- och energistrategin stora möjligheter att arbeta mer med klimat och energi, exempelvis genom beteendepåverkan, samverkan mellan offentliga aktörer, fossilbränsle fria tjänsteresor, samt klimat- och energikrav inom offentlig upphandling (Persson, 2018). Vilken påverkan dessa åtgärder skulle kunna ha på energibehovet klargörs dock ej i klimat- och energistrategin (ibid.).

1.3. Syfte och frågeställning

Syftet är att beskriva det framtida energibehovet i Skåne med utgångspunkt i klimat- och energistrategin, för att kunna identifiera hur tillgängliga energislag kan användas på ett effektivt sätt för att minska klimatpåverkan i länet. Frågeställningen är:

1. Hur utvecklas energibehovet till 2030 genom implementering av klimat- och energistrategin?
2. Hur utvecklas koldioxidutsläppen till 2030 genom implementering av klimat- och energistrategin?
3. Vilka strategier eller problemområden bör prioriteras för att effektivt minska klimatpåverkan i Skåne?

1.4. Avgränsningar

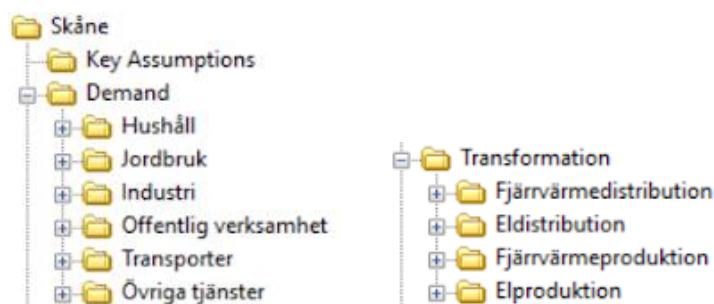
Studien är avgränsad till energibehovet samt energiproduktionen i Skåne län. Modellen kan därför endast appliceras på energibalansen inom Skåne, och tar ej hänsyn till framtida möjligheter eller behov för import eller export. Tidsramen är 10 veckor, vilket utgör en begränsning för projektets omfattning och detaljrikedom. Eftersom metoden är iterativ (se avsnitt 2.1.) går det inte att i förväg avgöra vilken nivå av analys som är genomförbar. Projektets slutgiltiga omfattning, och möjligheter till vidareutveckling, utgör därför en viktig diskussionspunkt.

2. Metod

2.1. Om LEAP

För att genomföra en analys av energibehovet användes mjukvaran LEAP (Low Emissions Analysis Platform). Det är en välanvänd programvara som utvecklats av SEI (Stockholm Environment Institute) för analys av energipolitik och klimatbegränsning (SEI, 2021a). LEAP är ett scenario-baserat modelleringsverktyg som kan användas för att spåra energikonsumtion, produktion och resursutvinning i alla sektorer, och som är tillräckligt flexibelt och intuitivt för att utnyttjas av såväl experter som unga analytiker som försöker förstå komplexiteten av energisystem (ibid.). Sättet LEAP är strukturerat på innebär att man kan skapa en första modell och analys baserad på relativt enkla data, som sedan kan utvecklas iterativt (ibid.). Detta ansågs lämpa sig väl för begränsningarna av denna studie.

Följande avsnitt redovisar hur data har implementerats i LEAP och följer strukturen av programmet, som är uppdelat i modulerna Demand och Transformation (figur 2).



Figur 2

Datastrukturen i LEAP (Heaps, 2021).

2.2. Data

2.2.1. Energianvändning

Den senaste statistiken från Statistiska centralbyrån (SCB) för energianvändningen i Skåne är från 2019 (SCB, 2021a). Denna statistik visar dock endast energianvändning för bredare kategorier av bränsle (exempelvis icke förnybar gas), medan LEAP behöver data för energianvändning av specifika bränslen. SCB redovisar vilka bränslen som ingår i varje kategori, men inte hur stor andel av kategorierna som utgörs av varje bränsle (SCB, 2021b). Länsstyrelsen Skåne genomför dock kvalitetsgranskningar och kompletteringar av SCB:s statistik, där energiförbrukningen även redovisas i mer konkreta bränslekategorier, och den senaste sammanställningen av detta slag är från 2017 (Länsstyrelsen Skåne, 2021). Denna data utgjorde således grunden för kartläggning av energibehovet och angavs under modulen Demand (appendix 1). Modulen delades in i olika grenar för sektorerna: hushåll, jordbruk, industri, offentlig verksamhet, transporter, och övriga tjänster. Inom hushåll skapades även underkategorier för olika bostadsformer: flerbostadshus, småhus, och fritidshus. Då statistiken behandlade gasol och naturgas som en gemensam kategori har en likvärdig fördelning mellan dessa bränslen antagits i modellen.

2.2.2. Aktivitet

För varje sektor angavs ett mått på aktivitet (appendix 2). Inom hushållssektorn definierades detta som antalet hushåll, och bestämdes med hjälp av SCB för basåret 2017 (SCB, 2021c). Andelen hushåll med respektive boendeform bestämdes även för underkategorierna: flerbostadshus, småhus, och fritidshus (SCB, 2021d; SCB, 2021e). För jordbruket definierades aktiviteten som totalskördens massa (SCB, 2021f). Totalskördens grödor representerar egentligen endast en del av aktiviteten inom jordbruket—som även inkluderar kött, fiske, och skogsbruk—men användes som approximation då någon mer inkluderande variabel med relevant regionspecifik data ej kunde identifieras. Inom transportsektorn angavs aktiviteten som det totala antalet fordon i trafiken (SCB, 2021g). För industri, offentlig sektor, och övriga tjänster angavs aktiviteten i form av bruttoregionprodukt (BRP) för producenter, offentliga myndigheter, samt ej branschfördelade poster (SCB, 2021h).

2.2.3. Prognoser

För att modellera det framtida energibehovet angavs en prognos för framtida aktivitet inom varje sektor (appendix 3). Skånes befolkning förväntas öka från 1 344 689 invånare vid basåret till 1 472 995 invånare år 2030 enligt prognoser från SCB (SCB, 2021i–j). Detta grundas i antaganden om den framtida utvecklingen av fruktsamhet, dödlighet, och flyttmönster—som i sin tur baseras på trender som observerats under de senaste nio åren (SCB, 2021j). Denna prognos motsvarar en ökning av antalet hushåll i Skåne till 661 016, förutsatt att det genomsnittliga antalet invånare per hushåll förblir detsamma. För övriga prognoser användes linjär regressionsanalys genom forecast-funktionen i Google Sheets (Google, 2021). För att skapa en prognos på fördelningen mellan fritidshus, småhus, och flerbostadshus applicerades linjär regressionsanalys på data från 2012–2020 (appendix 3) (SCB, 2021d–e). Prognos för aktiviteten inom jordbruk och transport baserades på data mellan 2005–2020 (SCB, 2021f–g). För industri, offentlig sektor, och övriga tjänster användes data från 2005–2019 (SCB, 2021h).

2.2.4. Produktion och distribution

I modulen Transformation kartlades produktion samt distribution av el och fjärrvärme (appendix 4). Mängden el och fjärrvärme som producerades år 2017 angavs fördelat på olika produktionssätt inom dessa grenar, och andelen förbrukade bränslen angavs för varje produktionssätt. Förluster genom distribution inkluderades också i denna modul, och uppgick enligt datan till 12 procent för fjärrvärme och 8 procent för el (Länsstyrelsen Skåne, 2021).

2.3. Scenarier

2.3.1. Huvudscenarier

Baserat på Klimat- och energistrategin för Skåne formulerades tre huvudscenarier (tabell 1). Dessa scenarier grundades i de uppgifter som sammanfattades i avsnitt 1.2., och representerar den förändring som sker inom energisystemet genom implementering av strategin. Scenario A utgår från de mest gynnsamma uppskattningarna, medan scenario B representerar en mer konservativ uppskattning av potentialen. Om exempelvis jordbrukets energianvändning kan reduceras med 10–15 procent enligt klimat- och energistrategin, antogs en minskning på 15 procent i scenario A och 10 procent i scenario B. I de fall då potentialen angavs som ett entydigt värde, antogs detta värde för både scenario A och B. Ett tredje baslinje-scenario utgår från att ingen förändring sker. Detta scenario bedöms ej vara sannolikt, och existerar endast som en referenspunkt för övriga scenarier.

Tabell 1

Scenarier för energisystemet år 2030 som utformats baserat på Klimat- och energistrategin för Skåne. Scenario A baserades på de mest gynnsamma uppskattningarna inom strategin, medan scenario B representerar en mer konservativ uppskattning på förbättringspotentialen.

	SCENARIO A	SCENARIO B	BASLINJE
Elproduktion	Vindkraft ökar med 4,1 TWh Solenergi ökar med 1,3 TWh	Vindkraft ökar med 4,1 TWh Solenergi ökar med 0,7 TWh	
Fjärrvärmeproduktion	Biogas ersätter naturgas Biobränslen, geoenergi, spillvärme och solvärme ersätter fossila bränslen ¹	Biogas ersätter naturgas Biobränslen, geoenergi, spillvärme och solvärme ersätter fossila bränslen ¹	
Transport	El utgör 40 % ² Biogas uppnår 3 TWh ²	El utgör 40 % ² Biogas uppnår 3 TWh ²	Ingen förändring
Hushåll	20 % mindre energianvändning ³	20 % mindre energianvändning ³	
Industri	20 % ökad energieffektivitet ³	15 % ökad energieffektivitet ³	
Jordbruk	15 % mindre energianvändning ³	10 % mindre energianvändning ³	

1: Dessa bränslen antas ersätta fossila bränslen likvärdigt, 2: Antas ersätta fossila drivmedel inom transportsektorn, 3: Påverkan på energianvändning eller effektivitet inom en viss sektor antas minska behovet av samtliga bränslen likvärdigt.

2.3.2. Alternativa scenarier

Utöver de tre huvudscenarierna formulerades även sex alternativa scenarier, som modifierar eller kompletterar klimat- och energistrategin (tabell 2). Dessa scenarier kunde sedan paras ihop med huvudscenarierna för att skapa scenarier A1–A6 samt B1–B6. Syftet med dessa scenarier var att testa alternativa strategier jämfört med vad som angetts i klimat- och energistrategin och hur dessa kan prioriteras. Scenarier 1–3 jämför olika omställningar inom hushåll, jordbruk och industri, medan scenarier 4–6 jämför olika användningsområden för biogas.

Tabell 2

Alternativa scenarier för energisystemet år 2030 som modifierar eller kompletterar klimat- och energistrategin för Skåne.

SCENARIO	FÖRKLARING
1	El ersätter olja och naturgas inom hushåll, jordbruk, och industri.
2	Biodrivmedel ersätter olja och naturgas inom hushåll, jordbruk, och industri.
3	Eldrivna värmepumpar ersätter fjärrvärme inom hushåll, jordbruk, och industri.
4	Biogas ersätter fossila bränslen inom fjärrvärmeproduktionen istället för andra användningsområden. ¹
5	Biogas ersätter fossila bränslen inom elproduktionen istället för andra användningsområden. ¹
6	Biogas ersätter fossila bränslen inom transport istället för andra användningsområden. ¹

1: Beräknades baserat på den mängd biogas som annars skulle användas för att ersätta naturgas inom fjärrvärmeproduktionen och fossila drivmedel inom transportsektorn enligt scenario A och B.

2.4. Beräkningar i LEAP

Vid beräkning av slutgiltigt energibehov används den totala aktiviteten tillsammans med energiintensiteten (energianvändning per enhet av aktivitet) för en viss gren, som i denna modell motsvarar behovet av en viss energikälla inom varje sektor samt underkategori. Behovet beräknas för basåret och för varje kommande år inom samtliga scenarier, enligt nedanstående formel (SEI, 2021b):

$$D_{b,s,t} = TA_{b,s,t} \times EI_{b,s,t} \quad (1)$$

Där D är energibehovet, TA är den totala aktiviteten, EI är energiintensiteten, b är grenen, s är scenariot och t är år (från bas- till slutår). Den totala aktiviteten för en viss gren och energikälla är produkten av samtliga aktiviteter under modulen Demand, och kan uttryckas som:

$$TA_{b,s,t} = A_{b',s,t} \times A_{b'',s,t} \times A_{b''',s,t} \dots \quad (2)$$

Där A_b är aktiviteten inom en viss gren b , b' är en modergren till b , b'' är en modergren till b' , et cetera.

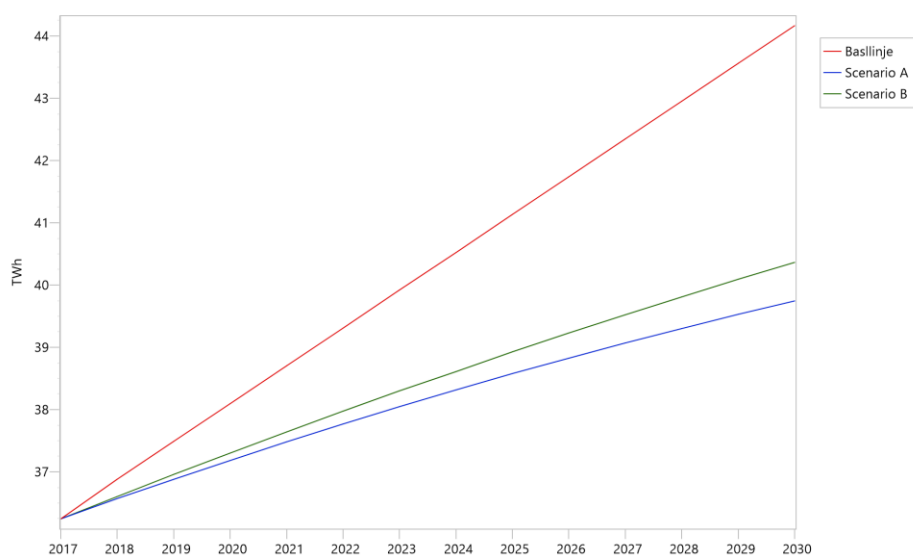
Energiproduktionen beräknas sedan för att möta energibehovet. För varje gren inom modulen Transformation minskar behovet av bränslen enligt energiproduktionens output, men ökar enligt dess input. Detta resulterar i ett slutgiltigt mått på behovet av fossila och förnybara primära resurser. Den miljömässiga belastningen beräknas sedan genom att använda befintliga emissionsfaktorer i LEAP, som bygger på ett antal standardfaktorer som rekommenderas av Förenta nationernas klimatpanel (IPCC) för förebyggande klimatanalyser (SEI, 2021b).

3. Resultat

3.1. Energibehovet

3.1.1. Det totala energibehovet

Resultatet visar att energibehovet ökar inom samtliga huvudscenarier men att det ökar mindre under scenario A och B, som representerar implementeringen av klimat- och energistrategin, jämfört med baslinjen, som representerar att inga styrmedel implementeras (figur 3). Energibehovet år 2030 är 8 procent lägre inom scenario B och 9 procent lägre inom scenario A jämfört med baslinjen. Energibehovet jämfört med basåret (2017) är 9 procent högre inom scenario A och 11 procent högre inom scenario B.

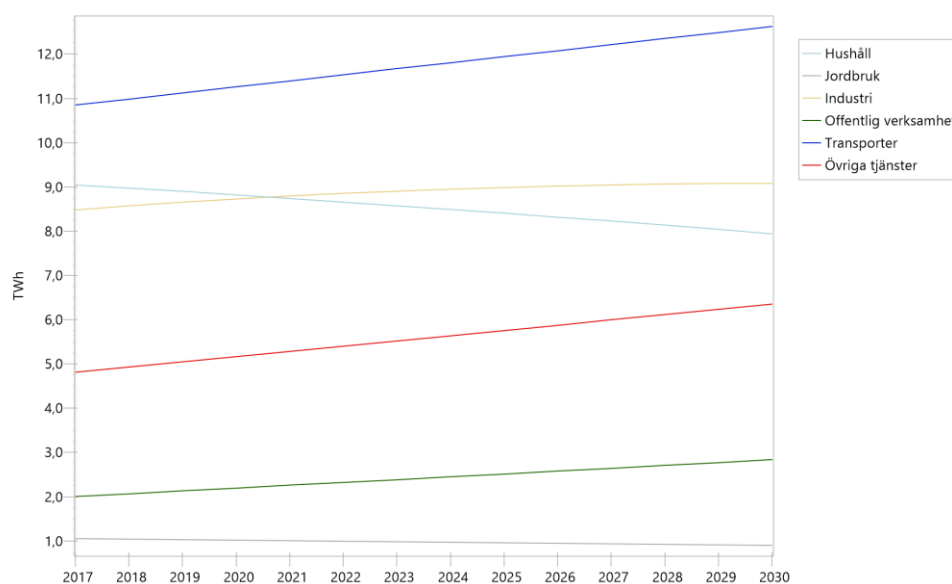


Figur 3

Utveckling av energibehovet enligt scenario A och B, jämfört med baslinjen (Heaps, 2021).

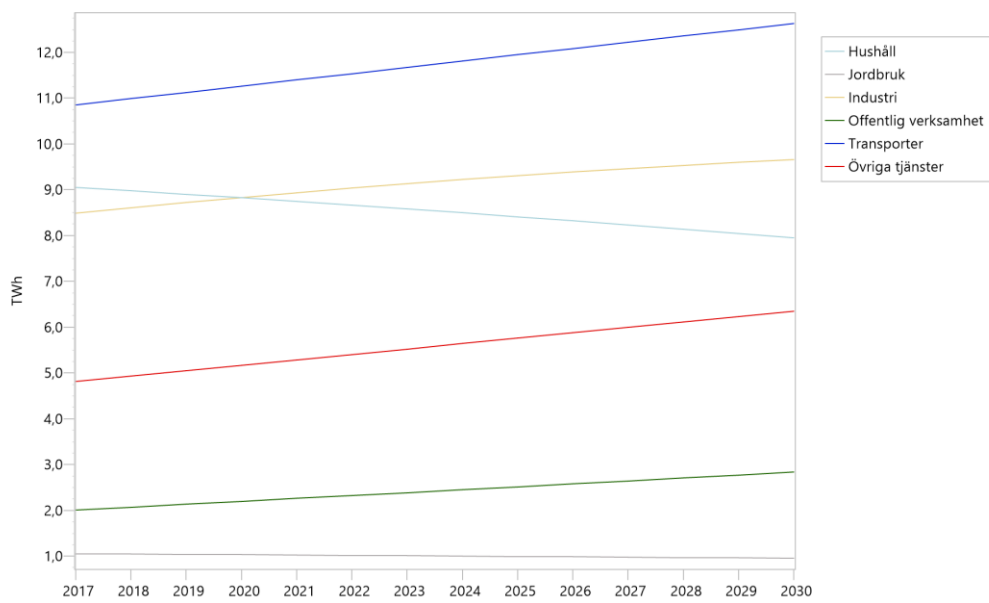
3.1.2. Energibehovet per sektor

Inom scenario A förväntas energibehovet inom hushållssektorn och jordbrukssektorn att minska, och inom industrin planar den stigande trenden av till 2030 (figur 4). Detta kan härledas till att potentialen för effektiviseringar inom dessa områden är stora i förhållande till prognoser för framtida aktivitet. Energibehovet inom övriga sektorer fortsätter att stiga och transportsektorn förblir den största energiförbrukaren. Inom scenario B, som representerar en mer konservativ uppskattning av förbättringspotentialen, är trenderna likartade bortsett från att energibehovet inom industrin fortfarande ökar 2030, om än mindre jämfört med föregående år (figur 5).



Figur 4

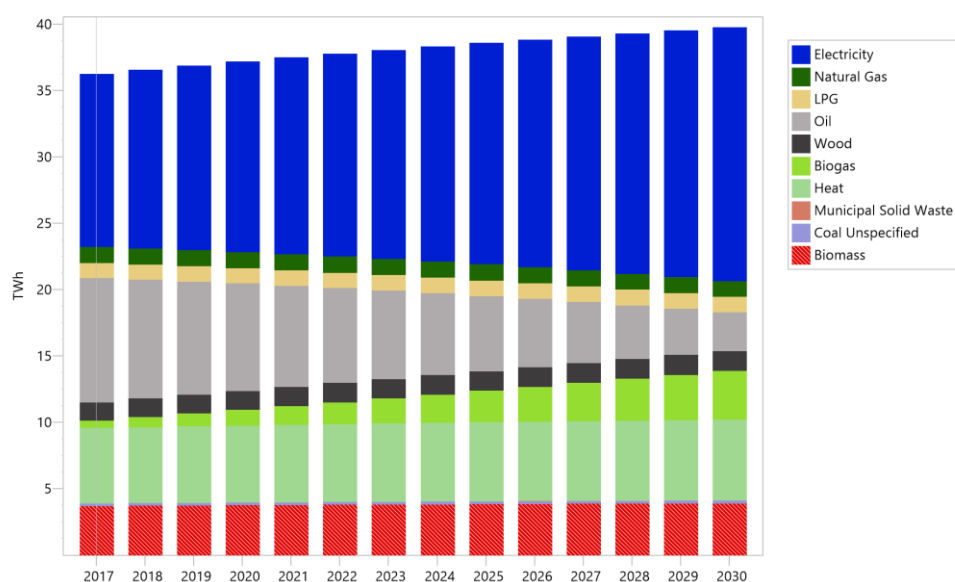
Utveckling av energibehovet per sektor enligt scenario A (Heaps, 2021).



Figur 5
Utveckling av energibehovet per sektor enligt scenario B (Heaps, 2021).

3.1.3. Energibehovet per bränsle

Inom både scenario A och B förändras bränslefördelningen genom en minskning av oljeprodukter, som främst ersätts av elektricitet och biogas (figur 6). El är den största energikällan inom båda scenarier, och elbehovet år 2030 är endast omkring 1 procent större i scenario B jämfört med scenario A. Jämfört med basåret ökar elbehovet enligt scenario A med 47 procent, behovet av biogas ökar mer än sjufaldigt, och behovet av oljeprodukter minskar med 69 procent till år 2030.



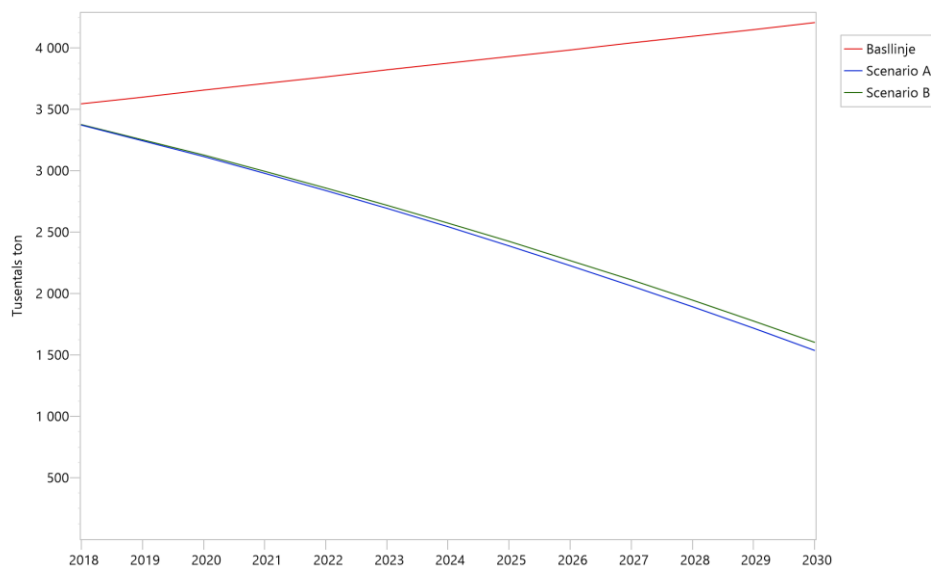
Figur 6

Utveckling av bränslefördelningen enligt scenario A (Heaps, 2021).

3.2. Koldioxidutsläpp

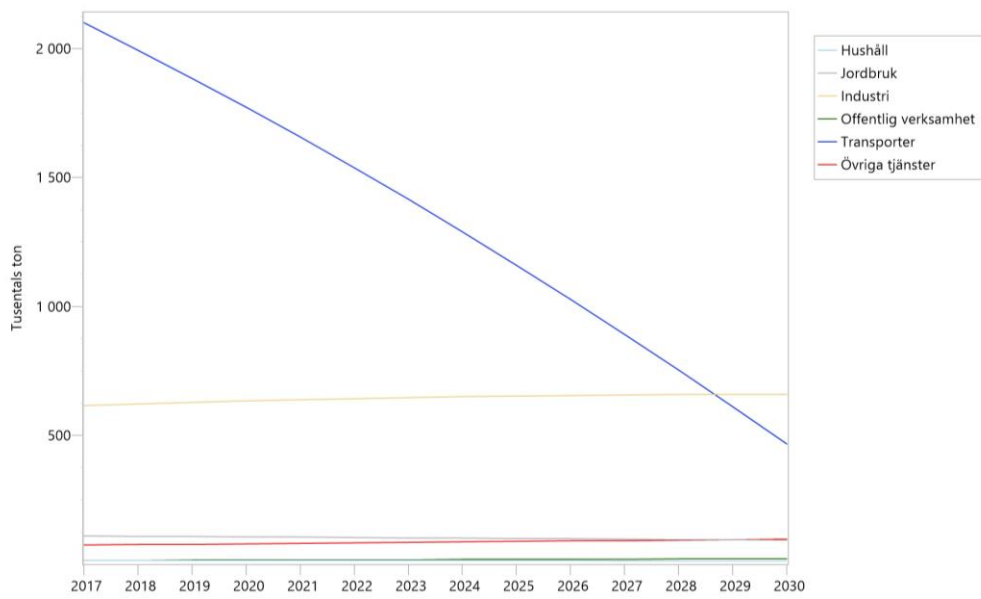
3.2.1. Huvudscenarier

Koldioxidutsläppen minskar inom både scenario A och B jämfört med baslinjen där utsläppen ökar (figur 7). Utsläppen år 2030 är 57 procent lägre inom scenario B och 59 procent lägre inom scenario A jämfört med baslinjen, vilket motsvarar att omkring 57–59 procent av potentiella utsläpp inom energisystemet år 2030 undviks genom att klimat- och energistrategin implementeras. Minskningen jämfört med basåret (2017) är 47–49 procent. Mellan sektorerna sker majoriteten av minskade koldioxidutsläpp inom transportsektorn, som ersätts av industrisektorn som den största källan för koldioxidutsläpp inom både scenario A och B (figur 8).



Figur 7

Utveckling av koldioxidutsläpp enligt scenario A och B, jämfört med baslinjen (Heaps, 2021).

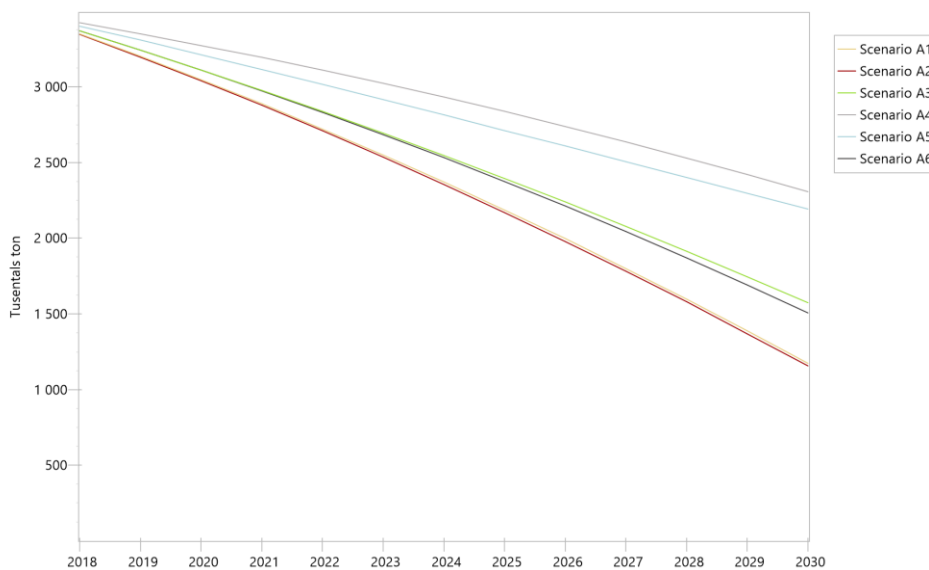


Figur 8

Utveckling av koldioxidutsläpp per sektor enligt scenario A (Heaps, 2021).

3.2.2. Alternativa scenarier A

Bland de tre första alternativa scenarierna var skillnaden mellan A1 och A2, som representerar en omställning till el respektive biodrivmedel, relativt liten och utsläppen år 2030 var endast 1 procent lägre inom scenario A2 jämfört med scenario A1 (figur 9). Jämförelsevis presterade scenario A3, som representerar en omställning till eldrivna värmepumpar, betydligt sämre och utsläppen år 2030 blev 27 procent större jämfört med scenario A2. Bland resterande scenarier resulterade scenario A6, som representerar att biogasen används inom transportsektorn, i minst utsläpp och ledde till 26 procent lägre utsläpp år 2030 jämfört med scenario A5, som representerar att biogasen istället används till elproduktion (figur 9). Scenario A4, som representerar att biogasen används till fjärrvärmeproduktion, presterade sämst och hade 5 procent större utsläpp än scenario A5.

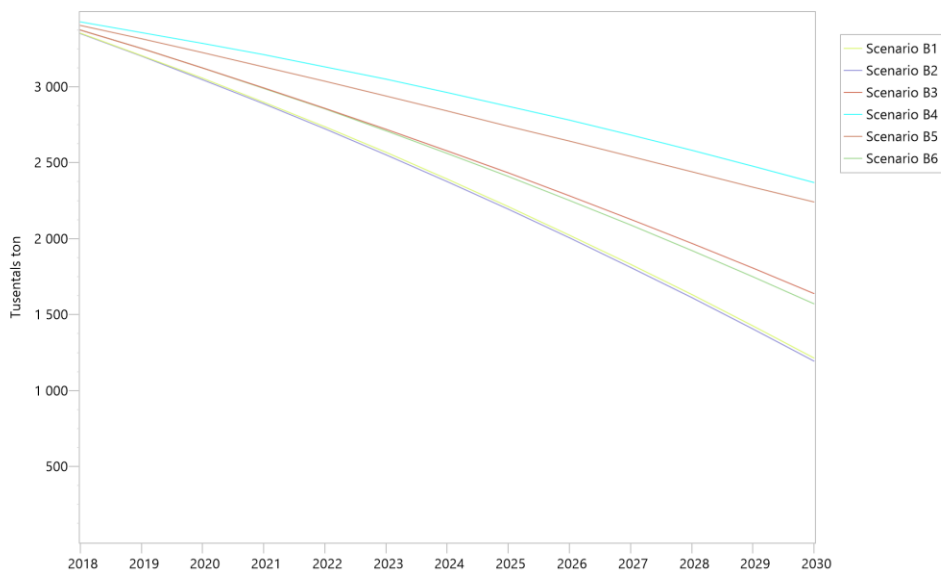


Figur 9

Utveckling av koldioxidutsläpp enligt scenarier A1–A6 (Heaps, 2021).

3.2.3. Alternativa scenarier B

Rangordningen mellan scenarier B1–B3 var detsamma som för scenarier A1–A3, men inbördes skillnader mellan scenarier B1–B3 var något större (figur 10). Detta är inte förvånande, eftersom scenario B kännetecknas av större energibehov och utsläpp, vilket innebär att fullständiga omställningar inom systemet får större effekt jämfört med scenario A. Rangordningen mellan scenarier B4–B6 var också detsamma som för scenarier A4–A6, men här var de inbördes skillnaderna i utsläpp år 2030 mindre mellan scenarier B6 och B5 (biogas till transport eller el) och större mellan scenarier B5 och B4 (biogas till el eller fjärrvärme) jämfört med korresponderande scenarier inom huvudscenario A. Detta kan förklaras med att elproduktionen inom scenario B består av en lägre andel solenergi jämfört med scenario A, vilket leder till att ersättning av fossila bränslen inom elproduktionen (scenario 5) får större betydelse.

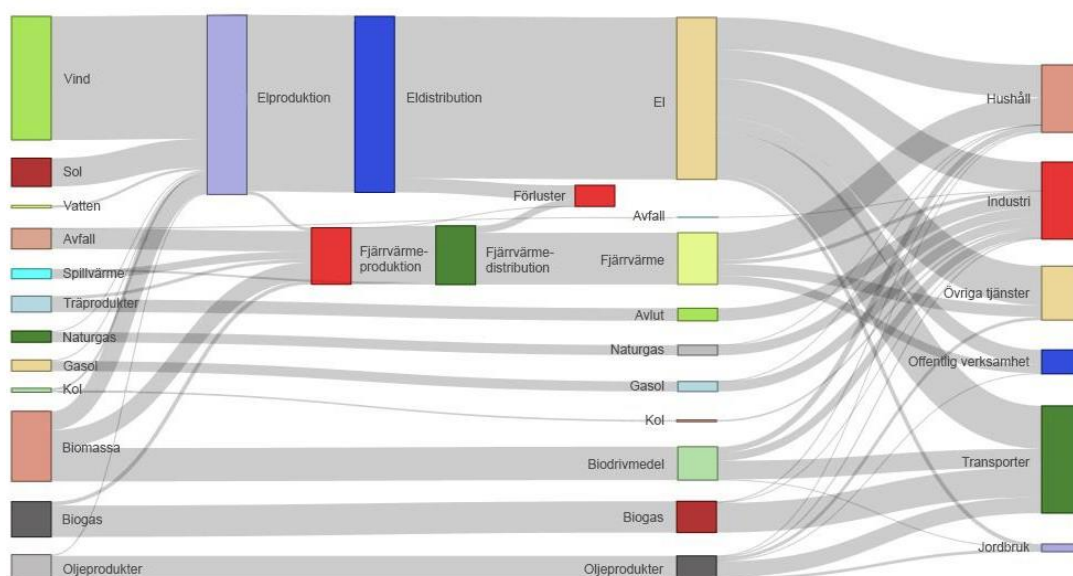


Figur 10

Utveckling av koldioxidutsläpp enligt scenarier B1–B6 (Heaps, 2021).

3.3. Sankey-diagram

Sankey-diagrammet representerar flöden inom energisystemet år 2030 enligt scenario A (figur 11). Vindkraft, biodrivmedel, och biogas utgör de största primärkällorna för energiproduktionen, och el utgör den huvudsakliga energikällan i förbrukningsledet. Transportsektorn är den största förbrukaren, följt av industri och hushåll.



Figur 11

Sankey-diagram över energisystemet i Skåne 2030 enligt scenario A (Heaps, 2021).

4. Diskussion

4.1. Begränsningar av modellen

Det är viktigt att inledningsvis poängtera att resultatet främst bör tolkas som relativa skillnader mellan olika scenarier och ej totala belopp av energibehov eller utsläpp. Detta beror på det finns aspekter som inte kunde inkluderas i modellen, men som onekligen existerar och har en påverkan på den slutgiltiga energianvändningen. Ett exempel på en sådan aspekt är utvecklingen av mer energieffektiva teknologier, som enklast kan simuleras med en mer detaljerad modell där energibehovet inom varje sektor delas upp på teknologinivå (se avsnitt 4.4.).

En annan begränsning är att LEAP endast kan behandla scenarion som uttrycks i form av energianvändning eller energiproduktion för en viss gren i modellen. För att inkludera sektoröverskridande strategier, som klimatsmart fysisk planering, måste en sådan strategi därför först brytas ner till individuella åtgärder och uttryckas i form av minskad energianvändning inom respektive gren. Modellen kan inte heller ta hänsyn till andra faktorer som kan vara av intresse för samhällsplanering, som den geografiska lokaliseringen av olika behov och tillgångar.

Avslutningsvis bör det understrykas att modellen bygger på ett antal betydande antaganden, inte minst att de mått på aktivitet som används i modellen har en perfekt positiv korrelation till energibehovet, och huvudscenarierna bygger i sin tur på de antaganden som görs inom klimat- och energistrategin. Med detta i åtanke bör resultatet inte utgöra beslutsfattande underlag, förutom att indikera intressanta områden för fortsatt undersökning.

4.2. Det framtida energisystemet

Resultatet målar upp en bild av ett framtida energisystem som karaktäriseras av elektrifiering och ett stigande energibehov. Klimat- och energistrategin beräknas ha en relativt liten påverkan på det generella energibehovet 2030, då endast 8–9 procent av det framtida behovet undviks enligt modellen (figur 3). Trots att det generella

energibehovet ökar minskar energibehovet inom hushåll och jordbruk (figur 4–5), vilket kan härledas till att de effektiviseringar som klimat- och energistrategin förutspår är stora i förhållande till prognoserna för framtida aktivitet inom dessa sektorer. Energibehovet inom hushållssektorn gynnas även av trenden mot en större andel flerbostadshus, som använder mindre energi per hushåll jämfört med småhus. Minskade energibehov inom hushåll och jordbruk överskuggas dock av stigande energibehov inom andra sektorer, inte minst när det kommer till transportsektorn—som är den överlägset största förbrukaren. Med detta i åtanke kan det i framtiden vara mer aktuellt för strategier som syftar till att reducera energibehovet att fokusera på effektiviseringar inom transportsektorn framför andra områden.

Själva energibehovet är dock endast en aspekt av problematiken inom energisystemet, och medan klimat- och energistrategin inkluderar strategier för att tygla energibehovet är det främst omställningen till förnybara energikällor som prioriteras. Trots att energibehovet ökar ser vi därför att strategin leder till en halvering av koldioxidutsläpp jämfört med basåret, och att närmare 60 procent av förväntade utsläpp år 2030 undviks genom implementering av strategin (figur 7). Detta sker genom en omställning från fossila bränslen till vindkraft, solenergi och biogas (figur 6), inte minst inom transportsektorn. Genom elektrifiering av fordonsflottan och med biogas som supplement står transportsektorn för majoriteten av minskade utsläpp, och ersätts av industrisektorn som den huvudsakliga källan för koldioxidutsläpp (figur 8). Detta pekar på att det inom en relativt snar framtid kan bli viktigt att fokusera mer på industrisektorn för strategier som syftar till att minska de totala koldioxidutsläppen.

Trots minskade utsläpp uppnås ej målet om ett fossilbränslefritt och klimatneutralt Skåne till 2030 enligt modellen. Detta beror delvis på att inte alla åtgärder som angetts inom klimat- och energistrategin har kunnat inkluderas—i vissa fall för att potentialen av särskilda åtgärder inte definierats tillräckligt väl eller på ett sätt som är förenligt med LEAP (se avsnitt 4.1.), och i andra fall på att åtgärder ligger utanför avgränsningen av denna studie. Resultatet bör således inte betraktas som bevis för att klimat- och energistrategin är otillräcklig, men kan snarare indikera osäkerheter eller otydligheter i strategin, eller ett behov av import av förnybara energikällor—något som klimat- och energistrategin även förutspår.

4.3. Alternativa strategier

När det kommer till alternativa strategier för att minska klimatpåverkan inom hushåll, jordbruk och industri pekar resultatet mot att omställningar till el eller biogas är betydligt mer gynnsamma för klimatet än en omställning mot eldrivna värmepumpar (figur 9–10). Detta beror delvis på vilka bränslen som ersätts inom respektive strategi: el och biogas ersätter fossila bränslen medan elektriska värmepumpar ersätter fjärrvärme—som representerar såväl fossila som förnybara bränslen. Resultatet beror även på hur det framtida behovet av fjärrvärme ser ut gentemot fossila bränslen: om energibehovet exempelvis minskar inom den sektor som kräver mest fjärrvärme, vilket är fallet med hushållssektorn enligt både scenario A och B, bidrar det till att omställningar från fjärrvärme får lägre betydelse jämfört med andra strategier.

Angående hur biogas kan användas för att maximera klimatnyttan pekar resultatet på att ersättning av fossila bränslen inom transportsektorn bör prioriteras högst, följt av ersättning av fossila bränslen inom elproduktionen, och allra sist inom fjärrvärmeproduktionen. Likt tidigare alternativa scenarier beror detta delvis på vilka bränslen som går att ersätta inom respektive användningsområde, och hur stort energibehovet är av dessa bränslen. Även med ett ökat behov av el inom det framtida energisystemet, och med en transportsektor som är 40 procent eldriven, verkar det som att transportsektorn fortfarande bör prioriteras för att maximera klimatnyttan av biogas. Detta är validerande för den nuvarande klimat- och energistrategin för Skåne, som redan dedikerar stora mängder biogas till transportsektorn.

Något som inte har tagits i beaktning i jämförelsen av dessa strategier är energieffektiviteten av nya teknologier. Om elektriska värmepumpar exempelvis blir betydligt mer energieffektiva än det existerande fjärrvärmesystemet, kan denna strategi bli mer aktuell än vad resultatet antyder. För att inkludera detta i modellen krävs dock en mer detaljrik datastruktur som gör skillnad på olika användningsområden för energi inom respektive sektor (se avsnitt 4.4.).

4.4. Möjliga förbättringar av modellen

Flera aspekter av denna modell kan förbättras och expanderas i ett framtida arbete med LEAP. En av de största svagheterna med att utgå från historisk energiförbrukning är enligt Verwiebe et al. (2021) att resultatet i stor mån beror på tillgängligheten av kvalitativ data. Användningen av tidsserieanalys och regression innebär också att modellen är känslig för extremvärden, samt att modellens precision minskar ju längre

fram i tiden prognoserna sträcker sig (Verwiebe et al., 2021). Den mest uppenbara förbättringen vore således att utgå från mer tidsenliga och detaljerade data.

Data från 2017 användes eftersom den senaste statistiken från SCB inte lämpade sig för datastrukturen i LEAP. En fördel med LEAP är dock att det är relativt enkelt att ersätta data utan att nödvändigtvis bygga om modellen från grunden, och nya data skulle därför teoretiskt sett kunna implementeras så snart den görs tillgänglig. Ett annat sätt att förbättra modellen vore att utöka detaljrikedomen genom att inkludera underkategorier inom varje sektor för olika teknologier och användningsområden. Inom hushållssektorn skulle sådana underkategorier kunna inkludera aktiviteter som matlagning, belysning, och kylning, för att nämna några exempel. Prognoser och scenarier kan då simulera förändringar eller omställningar mellan teknologier med olika effektivitet eller bränslebehov, istället för att endast modellera förändringar i energibehovet på sektornivå. En sådan modell kan även smidigt hantera ekonomisk analys, eftersom olika teknologier kan tillägnas kostnader i LEAP vilket låter programvaran beräkna vilka omställningar som ger störst klimatnytta för pengarna. Detta kräver dock att data för energibehovet av olika användningsområden eller teknologier inom respektive sektor görs tillgängliga, eller ansamlas som en del av ett större projekt. Det bör också nämnas att implementeringen av nya prognoser på mikronivå, som energianvändning av olika teknologier inom sektorerna, kan introducera större osäkerhet på makronivå (Verwiebe et al., 2021). Hur modellen expanderas bör därför bedömas kritiskt med hänsyn till dessa fördelar och nackdelar.

4.5. Etisk reflektion

Detta arbete medför implikationer för klimat- och energipolitiken i Skåne. Det är således viktigt att begränsningar tydliggörs och att osäkerheter betonas. Ett avsnitt i diskussionen tillägnades därför till att förtydliga arbetets begränsningar, och ytterligare ett avsnitt för att ge förslag på möjliga förbättringar. För användning av programvaran LEAP har en tillfällig licens på 18 månader för studentdriven forskning erhållits av utvecklaren (SEI). Utvecklarens egna riktlinjer har följts för publicering och korrekt källhänvisning till bilder som genererats av programvaran.

5. Slutsats

Syftet var att beskriva det framtida energibehovet i Skåne med utgångspunkt i klimat- och energistrategin, för att identifiera hur tillgängliga energislag kan användas effektivt för att minska klimatpåverkan.

Resultatet visade att det totala energibehovet fortsätter att stiga till 2030, trots att förbrukningen inom hushåll och jordbruk minskar. Transportsektorn förblir den största förbrukaren av energi, vilket tyder på att strategier som ämnar minska energibehovet i framtiden bör fokusera på effektiviseringar inom transport.

Omkring 60 procent av förväntade koldioxidutsläpp år 2030 undviks enligt modellen, främst genom att fordonsflottan ställs om till el och biogas, och industrin tar över som den största källan till utsläpp. Enligt jämförelser med alternativa scenarion gör energi- och klimatstrategin rätt i att prioritera transportsektorn som recipient för biogas, men för att reducera utsläppen ytterligare kan större fokus behöva läggas på omställningar och effektiviseringar inom industrin.

Målet om en fossilbränslefrött Skåne nås ej enligt modellen, vilket delvis kan härledas till luckor eller otydligheter inom strategin, men också till studiens avgränsningar. Det finns även stora svagheter inom modellen. Ett framtida projekt med LEAP bör bland annat ta vara på nya data samt utöka detaljnivån av modellen för att skapa mer trovärdiga scenarion, som kan ta hänsyn till utvecklingen av mer energieffektiva teknologier och integrera ekonomisk analys i modellen.

Slutligen bör inte denna studie betraktas som beslutsgrundande, men kan utgöra en grund för framtida modellering av energibehovet i Skåne med LEAP.

6. Tackord

Jag vill först och främst tacka min handledare, Maria Hansson, som stöttade mig i projektet och erbjöd värdefull feedback in i det sista. Jag vill även tacka min kontakt på Länsstyrelsen Skåne, Dominik Wagrowski, som inspirerade projektet och stöttade mig i mitt informationssökande. Ett stort tack dedikeras även till Stockholm Environment Institute (SEI), som gav mig en tillfällig licens för att använda LEAP och som genom sina introduktionsövningar gjorde det möjligt för mig förstå och utnyttja mjukvaran. Utan dem hade inte projektet varit möjligt. Sist med inte minst vill jag tacka min familj som stöttat mig genom mina studier, med ett särskilt tack till Michelle och Felix som hållit mig sällskap under många dagar framför datorn.

7. Källförteckning

- Google Support (2021). Forecast. <https://support.google.com/docs/answer/3094000?hl=en> [hämtad 2021-11-29]
- Heaps, C.G. (2021). LEAP: The Low Emissions Analysis Platform. [Software version: 2020.1.54] Stockholm Environment Institute. Somerville, MA, USA. <https://leap.sei.org>
- Länsstyrelsen Skåne (2021). Energi och klimat. <https://www.lansstyrelsen.se/skane/miljo-och-vatten/energi-och-klimat.html> [hämtad 2021-11-12]
- Persson, T. (2018). Ett klimat neutralt och fossilbränslefritt Skåne: Klimat- och energistrategi för Skåne. Länsstyrelsen i Skåne län, Malmö. ISBN: 978-91-7675-122-0
- Regeringen (2017). Regeringens proposition (2016/17:146): Ett klimatpolitiskt ramverk för Sverige. <https://www.regeringen.se/49fe25/contentassets/480ed767687b4b7ba6c960f9c1d4857f/ett-klimatpolitiskt-ramverk-for-sverige-prop.-201617146> [hämtad 2021-12-08]
- SCB [Statistiska Centralbyrån] (2021a). Slutanvändning (MWh) efter region, förbrukarkategori, bränsletyp och år. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__EN__EN0203/SlutAnvSektor/ [hämtad 2021-11-11]
- SCB [Statistiska Centralbyrån] (2021b). Vanliga frågor och svar om Kommunal och regional energistatistik. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/energi/energibalanser/kommunal-och-regional-energistatistik/produktrelaterat/Fordjupad-information/vanliga-fragor-och-svar-om-kommunal-och-regional-energistatistik/> [hämtad 2021-11-11]
- SCB [Statistiska Centralbyrån] (2021c). Antal och andel hushåll samt personer efter region och hushållsstorlek. År 2011 - 2020. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__BE__BE0101__BE0101S/HushallT03/ [hämtad 2021-11-11]
- SCB [Statistiska Centralbyrån] (2021d). Antal och andel hushåll efter region, boendeform och hushållstyp. År 2012 - 2020. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__HE__HE0111/HushallT22/?loadedQueryId=86748&timeType=top&timeValue=1 [hämtad 2021-11-12]
- SCB [Statistiska Centralbyrån] (2021e). Antal svensk- och utlandsägda fritidshus ägda av fysiska personer efter region. År 1998 - 2020.

- https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__BO__BO0104__BO0104H/BO0104T11/ [hämtad 2021-11-12]
- SCB [Statistiska Centralbyrån] (2021f). Skördar efter län/riket och gröda. År 1965 - 2020.
https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__JO__JO0601/SkordarL2/ [hämtad 2021-11-30]
- SCB [Statistiska Centralbyrån] (2021g). Fordon i trafik efter region, fordonsslag och år.
https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__TK__TK1001__TK1001A/FordonTrafik/ [hämtad 2021-11-30]
- SCB [Statistiska Centralbyrån] (2021h). Bruttoregionprodukt (BRP), sysselsatta och löner (ENS2010) efter region (län, riksområde) och näringsgren SNI 2007. År 2000 - 2019.
https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__NR__NR0105__NR0105A/NR0105ENS2010T03A/ [hämtad 2021-11-30]
- SCB [Statistiska Centralbyrån] (2021i). Folkmängden efter region, civilstånd, ålder och kön. År 1968 - 2020.
https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__BE__BE0101__BE0101A/BefolkningNy/ [hämtad 2021-11-18]
- SCB [Statistiska Centralbyrån] (2021j). Folkmängd, antalet födda, döda och flyttningar efter region, kön och ålder. År 2021 - 2070.
https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__BE__BE0401__BE0401A/BefProgOsiktRegN/ [hämtad 2021-11-18]
- SEI [Stockholm Environment Institute] (2021a). LEAP: Introduction.
<https://leap.sei.org/default.asp?action=introduction> [Hämtad 2021-11-05]
- SEI [Stockholm Environment Institute] (2021b). LEAP Help.
<https://leap.sei.org/help/> [Hämtad 2021-12-20]
- Sveriges Miljömål (2021). Sveriges Miljömål. <https://www.sverigemiljomal.se/> [hämtad 2021-12-08]
- Verwiebe, P.A., Seim, S., Burges, S., Schulz, L. & Müller-Kirchenbauer, J. (2021). *Modeling Energy Demand—A Systematic Literature Review*. *Energies* 2021, 14, 7859. DOI: 10.3390/en14237859

Appendix

Appendix 1: Energianvändning

Tabell A1

Energianvändning (GWh) per boendeform i Skåne för 2017 (Länsstyrelsen Skåne, 2021).

BRÄNSLE	FLERBOSTADSHUS	SMÅHUS	FRITIDSHUS	TOTALT
El	671,6	3 483,4	298,2	4 453,1
Naturgas	4,9	3,1	-	8,0
Gasol	4,9	3,1	-	8,0
Oljeprodukter	6,8	36,5	-	43,3
Biogas	27,4	155,0	-	182,4
Fjärrvärme	2 847,8	666,7	-	3 514,5
Biodrivmedel	-	836,8	-	836,8
Totalt	3 563,3	5 184,6	298,2	9 046,1

Tabell A2

Energianvändning (GWh) per sektor i Skåne för 2017 (Länsstyrelsen Skåne, 2021).

BRÄNSLE	HUSHÅLL	JORDBRUK	TRANSPORT	INDUSTRI	OFFENTLIG	ÖVRIGT	TOTALT
El	4 453,1	543,9	124,2	3 181,5	1 226,8	3 487,7	13 017,2
Naturgas	8,0	-	91,4	1 104,7	-	-	1 204,1
Gasol	8,0	-	-	1 104,7	-	-	1 112,7
Oljeprodukter	43,3	418,1	8 439,0	148,6	56,4	282,0	9 387,4
Avlut	-	-	-	1 390,3	-	-	1 390,3
Biogas	182,4	-	307,1	43,5	-	-	533,0
Fjärrvärme	3 514,5	-	-	421,2	720,8	1 039,8	5 696,3
Avfall	-	-	-	0,9	-	-	0,9
Kol och koks	-	-	-	194,6	-	-	194,6
Biodrivmedel	836,8	92,5	1 887,6	895,8	-	-	3 712,7
Totalt	9 046,1	1 054,5	10 849,2	8 486,0	2 003,9	4 809,5	36 249,2

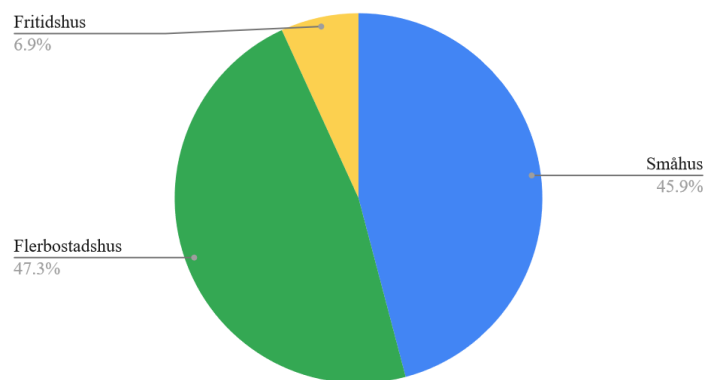
Appendix 2: Aktivitet

Tabell A3

Mått på aktivitet inom varje sektor i Skåne 2017 (SCB, 2021c–h).

	HUSHÅLL	JORDBRUK	TRANSPORT	INDUSTRI	OFFENTLIG	ÖVRIGT
Aktivitet	603 438 st ¹	4 994 820 ton ²	810 516 st ³	368 990 mnkr ⁴	108 920 mnkr ⁵	59 946 mnkr ⁶

1: Antal hushåll, 2: Total massa skördade grödor, 3: Antal fordon i trafik, 4: BRP för producenter, 5: BRP för offentliga myndigheter samt hushållens icke-vinstdrivande organisationer, 6: BRP för ej branschfördelade poster.



Figur A1

Prognos av antal hushåll per boendeform i Skåne, baserat på linjär regressionsanalys av data från SCB (2021d–e) mellan 2012–2020.

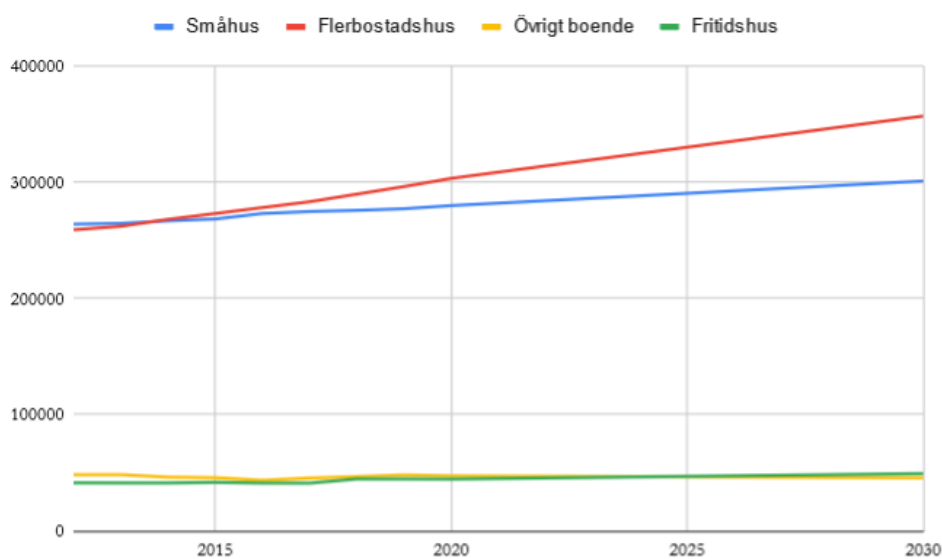
Appendix 3: Prognoser

Tabell A4

Mått på aktivitet inom varje sektor i Skåne 2017 (SCB, 2021c–h).

	HUSHÅLL	JORDBRUK	TRANSPORT	INDUSTRI	OFFENTLIG	ÖVRIGT
Aktivitet	661 016 st ¹	5 027 423 ton ²	943 400 st ³	493 808 mnkr ⁴	154 120 mnkr ⁵	79 182 mnkr ⁶

1: Antal hushåll, 2: Total massa skördade grödor, 3: Antal fordon i trafik, 4: BRP för producenter, 5: BRP för offentliga myndigheter samt hushållens icke-vinstdrivande organisationer, 6: BRP för ej branschfördelade poster.



Figur A2

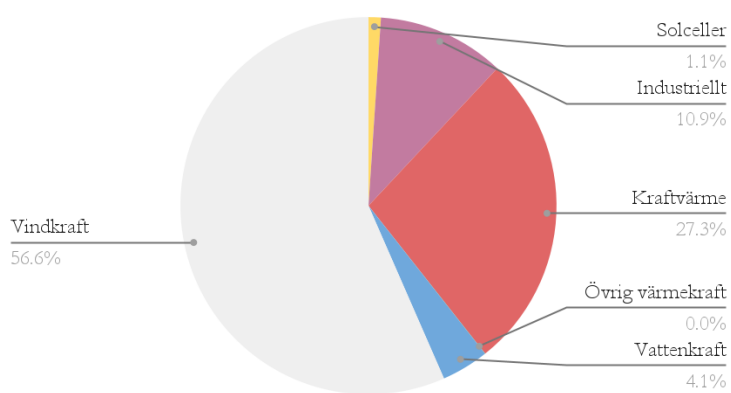
Prognos av antal hushåll per boendeform i Skåne, baserat på linjär regressionsanalys av data från SCB (2021d–e) mellan 2012–2020.

Appendix 4: Produktion och distribution

Tabell A5

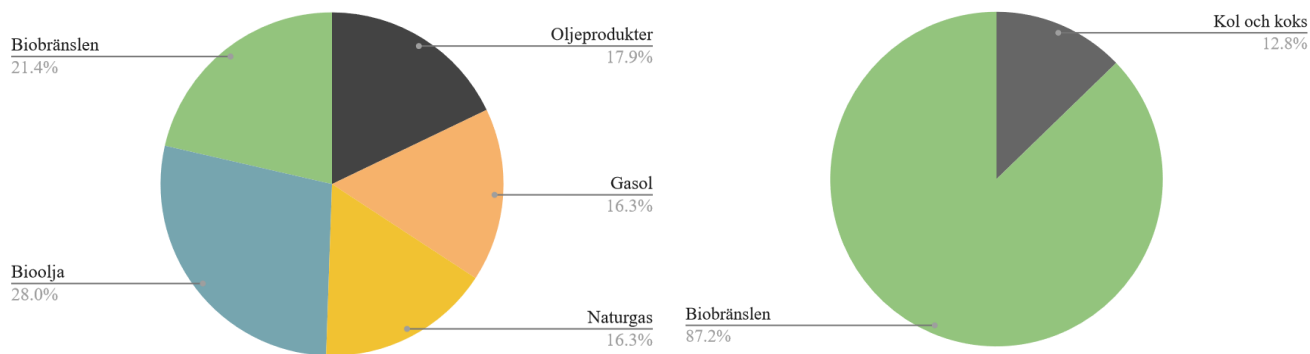
Energiproduktion (GWh) per process i Skåne för 2017 (Länsstyrelsen Skåne, 2021).

	VIND- KRAFT	VATTEN- KRAFT	ÖVRIG VÄRMEKRAFT	KRAFT- VÄRME	INDUSTRIELLT MOTTRYCK	SOL- CELLER	TOTALT
El	1 708,0	122,8	0,5	825,2	330,5	32,0	3 019,0
	SPILL- VÄRME	VÄRME- PUMPAR	KRAFTVÄRME- VERK	EL- PANNOR	FRISTÅENDE VÄRMEVERK	-	TOTALT
Fjärrvärme	745,6	350,2	4 052,6	0,4	1 367,7	-	6 516,5

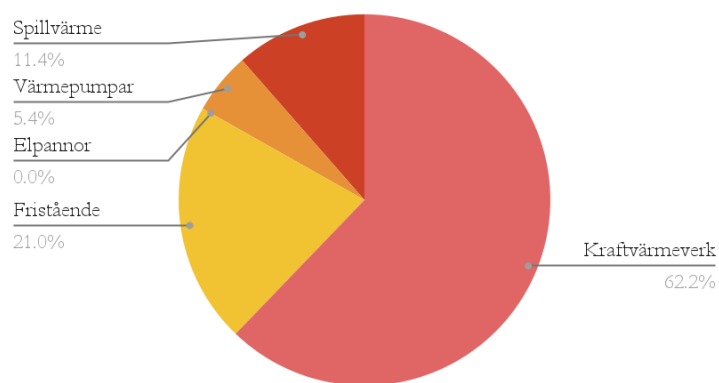


Figur A3

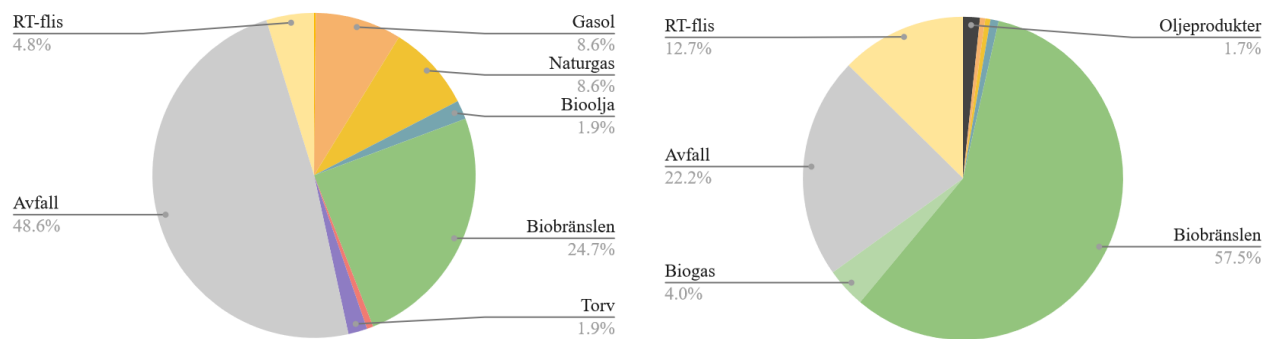
Produktionssätt för el i Skåne 2017, baserat på data från Länsstyrelsen Skåne (2021).



Figur A4
Bränslefördelning för elproduktion genom industriellt mottryck (t.v.) och kraftvärme (t.h.) i Skåne 2017, baserat på data från Länsstyrelsen Skåne (2021).



Figur A5
Produktionssätt för fjärrvärme i Skåne 2017, baserat på data från Länsstyrelsen Skåne (2021).



Figur A6

Bränslefördelning för fjärrvärmeproduktion genom kraftvärmeverk (t.v.) och fristående värmeverk (t.h.) i Skåne 2017, baserat på data från Länsstyrelsen Skåne (2021).



LUNDS
UNIVERSITET

WWW.CEC.LU.SE
WWW.LU.SE

Lunds universitet

Miljövetenskaplig utbildning
Centrum för miljö- och
klimatforskning
Ekologihuset
223 62 Lund