



# Samhällseffekter av alternativa drivmedel

Delprojektrapport delprojekt 5- Hållbara transporter i Östergötland

Författare:

Axel Lindfors, Linköpings Universitet  
Mats Eklund, Linköpings Universitet

Kontaktperson:

Axel Lindfors  
013-28 56 20  
axel.lindfors@liu.se

# Sammanfattning

För att uppnå en fossiloberoende fordonsflotta i Östergötlands krävs ökad elektrifiering och mer biodrivmedel, så kallade alternativa drivmedel. För att uppnå detta mål undersöks i rapporten följande: samhällseffekter från produktion och användning av alternativa drivmedel, samhällseffekternas storleksordningar, samhällseffekternas ursprung (produktion eller användning) samt hur olika alternativa drivmedel ger upphov till olika samhällseffekter.

Rapporten utgår från Sveriges miljömål och BRP+ för att beskriva vilka samhällseffekter produktion och användning av alternativa drivmedel för med sig. 12 huvudområden och 16 indikatorer formulerades, utifrån Sveriges miljömål och BRP+, och dessa används i rapporten för att bedöma samhällseffekterna av fem olika alternativa drivmedel (biogas, etanol, HVO, el och vätgas). Huvudområdena som bedömdes var ökad resursåtervinning, förbättrad luftkvalitet, ökade investeringar i alternativa drivmedel, ökad biodiversitet och minskad ekotoxicitet, ökad tillgänglighet, minskat buller, minskad försurning & övergödning, ökad regional sysselsättning, ökad regional lönesumma, mer förnybar energi och ökad energisäkerhet, minskad klimatpåverkan samt ökad näringsåtervinning.

För att belysa samhällseffekternas storleksordningar användes även fyra scenarion med olika stor mängd produktion och användning av alternativa drivmedel. Dessa scenarion applicerades på fyra av huvudområdena: ökad regional sysselsättning, ökad regional lönesumma, mer förnybar energi och ökad energisäkerhet samt minskad klimatpåverkan. Resultatet av detta blev exempelvis att produktion av alternativa drivmedel i framtiden utgöra mellan 0,8 och 1,2 % av den regionala lönesumman samt användning av dessa reducerar Östergötlands totala klimatgasutsläpp med mellan 17 % och 52 %. Det stora spannet beror på vilka alternativa drivmedel som produceras samt i vilken mängd.

Illustrationer gjordes för att visa vilka alternativa drivmedel som ger upphov till vilka samhällseffekter. Dessa visar relativ storlek och om effekten är positiv eller negativ för samhället. Dessa illustrationer visar att det är viktigt att utvärdera alternativa drivmedel ur ett multi-dimensionellt perspektiv för att inte missa externa effekter och mervärden.

Till sist visade samhällseffektsbedömningen att vissa samhällseffekter endast uppkommer i produktionen respektive användningen av alternativa drivmedel. Om målet är att uppnå så många positiva samhällseffekter som möjligt krävs det alltså både produktion och användning. Idag importeras majoriteten av våra alternativa drivmedel, alltså går vi miste om produktionseffekterna. Detta är med hög sannolikhet en konsekvens av det fokus på användningseffekter, främst klimatpåverkan, som länge dominerat samhällsdebatten på detta ämnesområde. Nu behövs policy, strategier och initiativ som både stimulerar produktion och användning av alternativa drivmedel så att alla positiva samhällseffekter uppnås.

## Innehåll

1	Inledning.....	1
2	Metod.....	3
2.1	Att fånga hållbar utveckling.....	4
2.2	Från målbilder till bedömning.....	6
2.3	Scenarion.....	13
2.4	Att illustrera samhällseffekter av drivmedel.....	15
3	Resultat .....	17
3.1	Samhällseffekter .....	17
3.2	Användning, produktion eller båda? .....	26
3.3	Vilket drivmedel ska vi välja? .....	27
4	Diskussion .....	34
4.1	Östergötland i en global kontext .....	34
4.2	Framtidsutvärdering med dagens systemsyn.....	35
5	Slutsats .....	36
	Referenser.....	37

# 1 Inledning

Fossila bränslen och drivmedel har varit en fantastisk tillgång och drivit på samhällsutvecklingen genom billig energi och minskade transportkostnader. Under lång tid har dessa varit motorn i den västerländska transport- och industrisektorn – men nu måste detta förändras. De negativa följder som fortsatt fossilanvändning för med sig kan inte längre ignoreras, utan fossila bränslen måste fasas ut. Sverige har kommit långt i strävan mot ett fossiloberoende samhälle men transportsektorn släpar fortfarande efter (Energimyndigheten, 2018a). För att driva på omställningsarbetet fastslog regeringen mål om att år 2030 uppnå en fossilfri fordonsflotta (Regeringen och Regeringskansliet, 2013). Målet uppnås genom: 1) effektivisering av fordon och körsätt, 2) ökad eldrift och 3) ökad användning av biodrivmedel. I denna rapport ligger fokus på nummer 2 och 3, eldrift och biodrivmedel, hädanefter benämnt som alternativa drivmedel.

Dessa alternativa drivmedel är idag ofta dyrare än deras fossila motpart och kräver ofta en ändring av beteenden eller existerande infrastruktur, vilket kan utgöra en extra samhällskostnad vid implementering. Dessutom kan det vara stor skillnad mellan ett alternativt drivmedel och ett annat med avseende på miljöpåverkan och fossilfrihet. El från olja- eller kolkraftverk kan ju knappast ses som fossilfria och biodrivmedel från palmolja där regnskog skövlas för att göra plats för plantager kan knappast ses som miljövänliga. På grund av detta är det viktigt att se till hela det alternativa drivmedlets livscykel, inte bara stirra blint på en viss del. Därav är hela livscykeln i fokus i rapporten men för att förenkla delar vi upp den i två delar. Produktion, som behandlar råvaruutvinning och förädling samt användning som behandlar förbränning och eventuell sluthantering.

Produktionen av alternativa drivmedel kan ge positiva lokala och regionala effekter om det hanteras på ett bra sätt. Exempelvis kan produktionen leda till nya arbetstillfällen, omhändertagande och behandling av svårhanterligt organiskt avfall, ökad regional ekonomisk tillväxt samt höjd kunskapsnivå och energisäkerhet (Ekener-Petersen m.fl., 2014; Hagman och Eklund, 2016), men de kan också bidra med negativa konsekvenser. Även användningen av alternativa drivmedel för med sig externa effekter. Noterbara exempel är bullerreducering, bättre luftkvalitet och mindre nettoutsläpp av klimatgaser. Ofta är dessa externa, det vill säga att användnings- och produktionseffekter av detta slag inte är inräknade i pris eller långsiktiga ekonomiska kalkyler, vilket gör att det billigaste valet för en individuell verksamhet eller individ kan bli det dyraste valet för samhället. För att förstå hur olika alternativa drivmedel påverkar samhället, miljön och ekonomin krävs en multi-dimensionell bedömning där samhällseffekter, miljöeffekter och ekonomiska värden tillsammans utgör beslutsunderlaget. Med ett sådant underlag finns möjlighet att förstå externa effekter och göra informerade beslut kring implementering.

I Östergötland har man sedan länge haft en betydande produktion och användning av biodrivmedel. Etanolfabriken på Händelö och Tekniska Verkens biogasanläggning är bland de största och mest utvecklade i landet och Europa. Därav finns en bra grund att bygga på gällande kunskap och produktionskapacitet. Men för att verkligen växla upp Östergötlands drivmedelsproduktion krävs nya produktionstekniker och anläggningar samt att förut outnyttjade råvaror tas om hand om (Lindfors m.fl., 2018). Men dessa kräver investeringar och stöd för att realiseras. Dessutom behöver man kunna prioritera mellan olika initiativ för att agera så strategiskt som möjligt. Det är därför högaktuellt att utreda vilka nyttor och kostnader som ökad produktion och användning av alternativa drivmedel för med sig till Östergötland. Målet med denna rapport är således att:

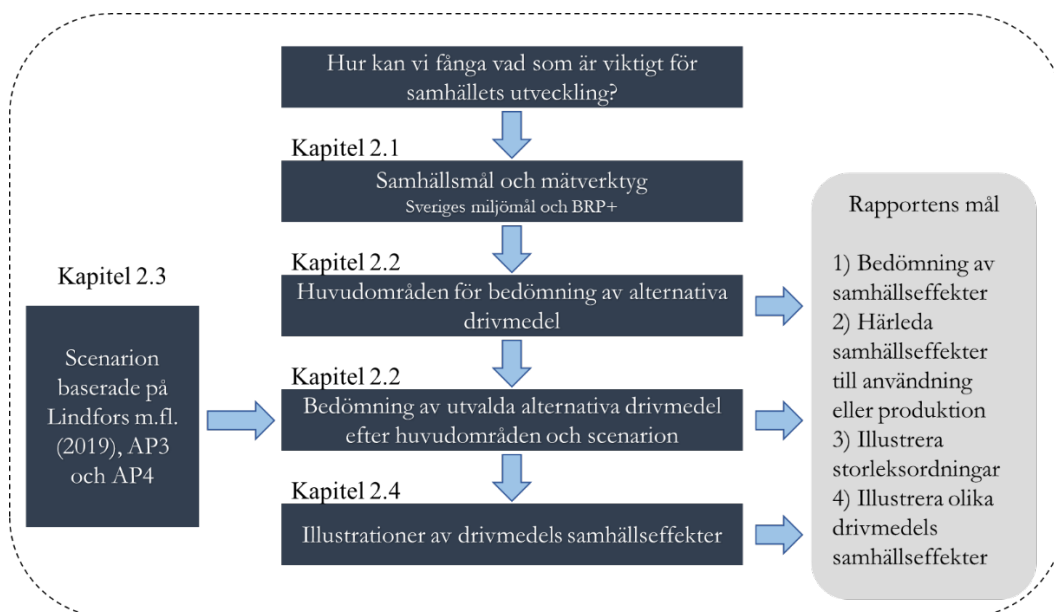
1. Bedöma olika samhällseffekter av produktion och användning av alternativa drivmedel,
2. visa på dessa samhällseffekters storleksordningar genom ett antal olika scenarier,
3. reda ut vilka samhällseffekter som härstammar från produktion respektive användning av alternativa drivmedel,
4. samt illustrera hur olika alternativa drivmedel påverkar miljön, ekonomin och samhället.



## 2 Metod

I detta kapitel redogörs för hur författarna gått tillväga med att uppfylla rapportens mål. Metoden som används har utgått från ett brett samhällsperspektiv vid bedömningen av olika alternativa drivmedel. I Figur 1 ses en överblick över metoden för hela studien och hur de olika delmetoderna tillsammans uppnår studiens mål. En frågeställning som vägledde metoden var: *hur kan vi fånga vad som är viktigt för samhällets utveckling?* eftersom svar på den frågan sedan kan användas för att bedöma alternativa drivmedels påverkan på samhällets utveckling. Svaret ficks genom att använda Sveriges miljömål och BRP+ eftersom de ger en bra bild över vad det svenska samhället anser är viktigt för en hållbar utveckling. Resonemang kring detta finns ytterligare redogjort för i kapitel 2.1.

Eftersom studien syftade till att bedöma alternativa drivmedel definierades, med Sveriges miljömål och BRP+ som utgångspunkt, 12 huvudområden för hur produktion och användning av drivmedel påverkar samhällets utveckling. Dessa finns beskrivna i kapitel 2.2. En distinktion gjordes även om huvudområdet var kopplat till produktion eller användning av alternativa drivmedel (eller båda). Flera olika drivmedel bedömdes sedan inom varje kategori, dessa var biogas, el, etanol, HVO och vätgas. Dessa valdes dels genom diskussioner med intressenter och byggde dels på drivmedel identifierade i Lindfors m.fl. (2018) samt Anderberg och Dahlgren (2019a, 2019b). De valda drivmedlen bedömdes sedan för varje huvudområde där fyra scenarion användes för att illustrera storleksordningar och hur olika samhällseffekter ökar beroende på drivmedelsmix samt produktions- och användningsgrad. Dessa scenarion finns beskrivna i kapitel 2.3. Till sist sammanfattades resultatet i illustrationer med syfte att illustrera den sammanlagda samhällseffekten från de olika drivmedlen. Metoden som användes för detta finns beskriven i kapitel 2.4.



Figur 1. En överblick över metoden som använts för att uppfylla rapportens mål. Varje delmetod finns förklarad i sitt respektive underkapitel.

## 2.1 Att fånga hållbar utveckling

Metoden som tillämpats för att bedöma samhällseffekterna och nyttorna med alternativa drivmedel utgår från hållbar utveckling och dess tre dimensioner, ekologisk, ekonomisk och social hållbarhet. Hållbar utveckling används eftersom det är ett brett begrepp som innefattar många olika dimensioner av samhällsutveckling. Eftersom hållbar utveckling är ett så brett begrepp gör det också att det ibland kan vara svårt att konkretisera, varför metoden använder sig av mål och verktyg framtagna för uppföljning och säkerställande av hållbar utveckling i Sverige. För att representera ekologisk hållbarhet i Sverige används Sveriges 16 miljömål (se kapitel 2.1.1) samt generationsmålet och för ekonomisk och social hållbarhet används BRP+ (se kapitel 2.1.2). Nationella mål och verktyg ger en representation av vilka natur- och samhällsaspekter som anses viktiga och bör prioriteras. Detta ger en bra bas för att bedöma om en viss effekt bör ses som en samhällsnytta eller ej.

### 2.1.1 Sveriges miljömål

Sveriges miljömål och generationsmålet (hädanefter endast Sveriges miljömål) är 17 mål som syftar till att lösa de miljöproblem som det svenska samhället står inför. Miljömålen består i sin tur av 79 indikatorer som följs upp och kontrolleras mot mål fastställda för 2020, alltså en väldigt snar framtid. Miljömålen kommer dock fortsätta existera efter 2020, med nya uppsatta mål.

Miljömålen började med att 13 miljöhot fastställdes 1991 via ett riksdagsbeslut. År 1999 fastställdes generationsmålet och miljöhoten omformulerades till miljö kvalitetsmål (från början 15, mål nummer 16 antogs 2005). Syftet var att poängtera den ekologiska dimensionen i hållbar utveckling (Naturvårdsverket, 2018). Således har Sveriges miljömål en lång och väl förankrad historia inom svensk politik och miljöarbete, och representerar den ekologiska dimensionen av hållbar utveckling.

Miljömålen består som sagt av 16 miljömål och ett generationsmål. De 16 miljömålen är (Sverigesmiljömål.se, 2019):

1. Begränsad klimatpåverkan
2. Frisk luft
3. Bara naturlig försurning
4. Giftfri miljö
5. Skyddande ozonskikt
6. Säker strålmiljö
7. Ingen övergödning
8. Levande sjöar och vattendrag
9. Grundvatten av god kvalitet
10. Hav i balans samt levande kust och skärgård
11. Myllrande våtmarker
12. Levande skogar
13. Ett rikt odlingslandskap
14. Storslagen fjällmiljö
15. God bebyggd miljö
16. Ett rikt växt- och djurliv



Figur 1. Illustrationer av generationsmålet (vänster) och varje miljömål i följd (höger). Källa: Naturvårdsverket 2018, illustration: Tobias Flygar.



### 2.1.2 BRP+

BRP+ är ett verktyg med syfte att mäta utveckling och framsteg på regional nivå. Det traditionella sättet att mäta utveckling med bruttoregionalprodukt (BRP) är otillräckligt ur ett hållbarhetsperspektiv. Ekonomisk tillväxt har inte lägre stark korrelation till ökad livskvalitet, nöjdhet eller lycka för utvecklade ekonomier som den svenska. För att få bättre insikt i hur livskvalitet, och framtida möjligheter till höjd livskvalitet, ser ut i Sverige mäter BRP+ 16 områden, i BRP+ kallade teman. 12 av dessa mäter nuvarande livskvalitet och 4 mäter kapital som avgör hur väl vi i framtiden kan förvalta vår välfärd.

BRP+ är starkt knuten till hållbar utveckling och används i denna rapport för att belysa de ekonomiska och sociala dimensionerna av hållbar utveckling. Eftersom BRP+ är speciellt framtaget för regional utveckling i Sverige passar verktyget väl för rapportens syfte.

De 16 teman som mäts är (Tillväxtverket, 2018a):

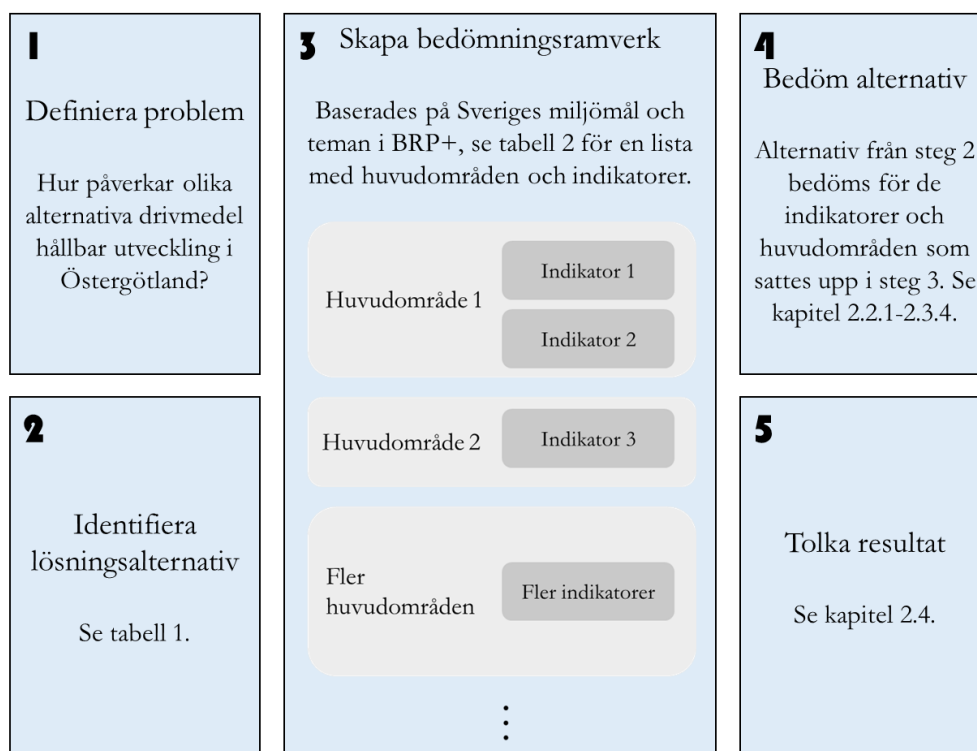
- **Livskvalitet:**
  - 1) Medborgarengagemang och demokratisk delaktighet
  - 2) Trygghet och säkerhet
  - 3) Miljö
  - 4) Tillgänglighet till tjänster
  - 5) Inkomst och förmögenhet
  - 6) Arbete och löner
  - 7) Bostad
  - 8) Balans mellan arbete och fritid
  - 9) Hälsa
  - 10) Utbildning och kompetens
  - 11) Sociala relationer
  - 12) Subjektivt välbefinnande
- **Hållbarhet över tid:**
  - 1) Naturkapital
  - 2) Ekonomiskt kapital
  - 3) Humankapital
  - 4) Socialt kapital

## 2.2 Från målbilder till bedömning

Denna del av metoden som syftar till att bedöma hur olika drivmedel påverkar Sveriges miljömål och BRP+ teman är baserat på en multikriteriemetodik. Denna metodik är flexibel och passar bra för att bedöma komplexa system där det krävs en kombination av kvalitativa och kvantitativa data. En vanlig multikriteriemetodik, så också denna metod, utgår från fem huvudsteg:

1. Problemdefinition, vilket i detta fall var: Hur påverkar olika alternativa drivmedel hållbar utveckling i Östergötland?
2. Lösningalternativ identifieras, i detta fall användes alternativa drivmedel som undersökts i Lindfors m.fl. (2018).
3. Sammanställningen av ett bedömningsramverk bestående av huvudområden och indikatorer för att kunna bedöma varje enskilt alternativ.
4. Varje alternativ identifierat i steg två bedöms enligt indikatorer definierade i steg 3.
5. En helhetsbedömning görs genom att tolka och diskutera varje alternativs sammanlagda resultat.

I Figur 3 ges en överblick av dessa steg.



Figur 3. Metoden som användes för att möjliggöra bedömning av hur olika alternativa drivmedel hindrar eller stöttar hållbar utveckling. I figuren finns hänvisningar till sektioner där läsaren kan få mer detaljerad information om hur varje steg går till.

De lösningsalternativ som identifierades härrör från Lindfors m.fl. (2018) och de i denna studie identifierade alternativa drivmedelslivscyklar. Dessa finns redovisade i Tabell 1.

Tabell 1. Drivmedelstyp och råvaror som bedömts i rapporten. Listas görs vilka drivmedel som bedömts samt vilken råvara eller källa som drivmedlet genererats från.

<b>DRIVMEDEL</b>	<b>RÅVARA / KÄLLA</b>
Vätgas	Grön el
Vätgas	Naturgas
Vätgas	Svensk elmix
El	Svensk elmix
Biogas	Avloppsvatten
Biogas	Livsmedelsavfall
Etanol	Spannmål
Biogas	Utsorterat matavfall
Biogas	Park- och trädgårdsavfall
Biogas	Fast- och flytgödsel
Biogas	Avloppsvatten från pappers- och massaindustri
Biogas	Vallgrödor
HVO	Tallolja
Biogas	Drank från etanolindustri och bryggerier
Biogas	Odlingsrester
Biogas (syngas)	Skogsrester
Biogas	Bioslam från pappers- och massaindustri
Biogas	Deponerat avfall
Biogas	Odlade musslor
Biogas	Vass
Biogas	Cyanobakterier (mikroalger)
Biogas	Makroalger (ex. tång)

Efter att alternativ identifierats enligt steg 2 i metoden (se Figur 3) skapades bedömningsramverket (se steg 3 i Figur 3). Bedömningsramverkets indikatorer utgick från indikatorer i Sveriges miljömål samt aspekter och teman i BRP+. Varje indikator, aspekt och tema analyserades för att undersöka om drivmedelsvalet skulle påverka uppföljningen av Sveriges miljömål eller BRP+. Om ingen påverkan kunde finnas så utslöts indikatorn, aspekten eller temat. De som visade sig kunna påverkas av valet av drivmedel summerades i en lista. Listan innehöll då indikatorer, aspekter och teman som hädanefter endast kallas indikatorer<sup>1</sup>. För att undvika dubbelräkning

<sup>1</sup> Nu indikatorer i bedömningsramverket, ej att blanda ihop med Sveriges miljömåls indikatorer.

då vissa indikatorer överlappade, så slogs ett antal av dessa samman. Därefter anpassades de till drivmedelsanvändning, detta påverkade endast valet av enheter och inte syftet bakom indikatorerna. Till sist grupperades närstående indikatorer tillsammans under huvudområden som hjälper till med att få en överblick över vad som bedöms. Dessa huvudområden och indikatorer kallas sammanlagd för ett multi-kriterieramverk. Ramverket består av 12 huvudområden och 16 indikatorer och dessa finns redovisade i tabell 2.

Tabell 2. Huvudområden och indikatorer som användes för att bedöma om alternativa drivmedels hindrar eller stöttar hållbar utveckling.

HUVUDOMRÅDE	INDIKATOR
Ökad resursåtervinning	Andelen återvunnet eller biologiskt behandlat avfall [kvalitativ]
Förbättrad luftkvalitet	Utsläpp av partiklar från bränsleproduktion och förbränning i jämförelse med fossilreferens [kvalitativ]
	Utsläpp av kväveoxider NO <sub>x</sub> från bränsleproduktion och förbränning i jämförelse med fossilreferens [kvalitativ]
Ökade investeringar i alternativa drivmedel	Investerat kapital i tillverkning av alternativa drivmedel [kvalitativ]
Ökad biodiversitet och minskad ekotoxicitet	Möjliggjord ekologisk odling som följd av produktion av biogödsel från biodrivmedelsproduktion [kvalitativ]
	Minskad använd mängd växtskyddsmedel i jordbruket som följd av användning av biogödsel från biodrivmedelsproduktion [kvalitativ]
Ökad tillgänglighet	Förändrad tillgänglighet av tankstationer som följd av diversifiering av och nyinvesteringar i bränsleinfrastruktur [kvalitativ]
Minskat buller	Förändrad bullernivå hos fordon [dB, kvantitativ]
Minskad försurning & övergödning	Utsläpp av SO <sub>2</sub> -ekvivalenter från drivmedlet eller drivmedlets biprodukter [mg/M], kvantitativ]
	Utsläpp av PO <sub>4</sub> -ekvivalenter från drivmedlet eller drivmedlets biprodukter [mg/M], kvantitativ]
Ökad regional sysselsättning	Nya arbetstillfällen som direkt eller indirekt följd av ökad tillverkning av alternativa drivmedel [st., kvantitativ]
Ökad regional lönesumma	Ökad lönesumma i regionen som följd av ökad tillverkning av alternativa drivmedel [kr, kvantitativ]
Mer förnybar energi och ökad energisäkerhet	Producerad mängd energi som nationen har fullständig uppströms kontroll över till rimliga priser [GWh, kvantitativ]
Minskad klimatpåverkan	Nettoreducering av CO <sub>2</sub> -ekvivalenter från drivmedelsproduktion och förbränning i jämförelse med fossilreferens [%], kvantitativ]
Ökad näringsåtervinning	Potential för återcirkulering av kväve till åkermark eller skogsmark [kg, kvantitativ]
	Potential för återcirkulering av fosfor till åkermark eller skogsmark [kg, kvantitativ]

### 2.2.1 Ökad resursåtervinning

Detta huvudområde har sin utgångspunkt i Generationsmålet, där behandlat och återvunnet avfall är viktiga delar. För denna studie handlar det främst om bränslet i fråga är baserat på avfall eller restprodukter (exempelvis från avloppsvatten eller matavfall) eller om drivmedelsanvändningen använder kritiska material vars majoritet inte återvinns. Huvudområdet beskrivs av andelen avfall i produktionen samt om drivmedlet ger upphov till negativa konsekvenser gällande användandet av kritiska material.

### 2.2.2 Förbättrad luftkvalitet

Förbättrad luftkvalitet är ett område som främst är kopplat till miljömålen men även har en viktig del i BRP+. Förbättrad luftkvalitet påverkar Sveriges miljömål genom mål 2 – Frisk luft och mål 7 – Ingen övergödning. Utsläpp av kvävedioxider och små flyktiga partiklar är skadligt för både djur och växter när koncentrationerna blir höga. Dessutom påverkar kväveutsläppen genom att de kan falla ner och tas upp i våtmarker, sjöar och hav och kan där öka halten näringsämnen, som därmed kan leda till övergödning. Gällande BRP+ så påverkar luftkvaliteten det allmänna hälsoläget då dålig luftkvalitet leder till luftvägs- och lungsjukdomar och kan reducera medellivslängden hos befolkningen (World Health Organization, 2013; COMEAP, 2015). Huvudområdet beskriver utsläpp av partiklar (PM<sub>2,5</sub> och PM<sub>10</sub>) och kvävedioxider i bränslets produktion och användning.

### 2.2.3 Ökade investeringar i alternativa drivmedel

Att öka de investeringar som går till fysiska tillgångar, kunskapstillgångar samt miljö- och naturområden är en viktig del i att ha tillgång till ett bra ekonomiskt kapital i BRP+. Investeringar i produktion av alternativa drivmedel går att koppla till alla överstående tillgångar, vissa direkt (fysiska och kunskapstillgångar) och andra indirekt (miljö- och naturområden). Huvudområdet beskriver hur ökade investeringar kan få konsekvenser på regionens fysiska tillgångar och kunskapstillgångar.

### 2.2.4 Ökad biodiversitet och minskad ekotoxicitet

Detta huvudområde är kopplat till användningen av biprodukten från vissa typer av biodrivmedelsproduktion, biogödsel. Vid användning av biogödsel fås vissa positiva effekter som återfinns som indikatorer i Sveriges miljömål. Detta huvudområde speglar mål 4 – Giftfri miljö samt mål 13 – Ett rikt odlingslandskap och Generationsmålet. Kopplingen till de två sistnämnda målen är främst genom att biogödsel är en möjliggörare för ökad ekologisk matproduktion (Pugesgaard m.fl., 2014; Siegmeier m.fl., 2015). Angående Giftfri miljö är kopplingen att biogödselanvändning möjliggör minskad användning av växtskyddsmedel på åkermark (Shang m.fl., 2011; Li m.fl., 2013). Huvudområdet beskrivs av andelen möjliggjort ekologiskt jordbruk samt biogödselns potential för att minska användningen av växtskyddsmedel.

### 2.2.5 Ökad tillgänglighet

Ökad tillgänglighet har sitt ursprung i BRP+ där tillgänglighet till tjänster och service tas upp som två viktiga saker. Att ha nära till tankstation och drivmedel är essentiellt för att ett drivmedel ska få genomslag och därav är det viktigt att belysa i rapporten.

Huvudområdet beskrivs av hur privatpersoners och organisationers tillgänglighet av drivmedelsinfrastruktur förändras beroende på vilket drivmedel de väljer.

### 2.2.6 Minskat buller

Buller är ett av de vanligaste miljöproblemen i stadsmiljö och påverkar människor och djurs hälsa negativt (World health organisation, 2011). Därav är det kopplat till BRP+ temat hälsa och dess aspekt allmänt hälsoläge. Buller är notoriskt svårt att mäta eftersom det sällan kommer från en enskild källa och sällan påverkar människor på samma sätt. Exempelvis är vissa människor mer känsliga än andra för olika typer av buller. Andra utmaningar hittas i att lågfrekvent buller tenderar att sprida sig längre än högfrekvent och på så vis påverka flera (Larsson och Holmes, 2016). Alltså påverkar både styrka, frekvens och människors känslighet hur skadligt buller blir.

Buller från fordon kan ofta härledas till fyra källor, avgasrör, motorljud, luftmotstånd och däck (Ouis, 2001). Vid lägre hastigheter tenderar motorljudet att dominera medan däckljudet dominerar vid högre hastigheter (Larsson och Holmes, 2016). Huvudområdet ger en beskrivning av olika drivmedelstypers ljudnivåer samt hur det kan tänkas påverka stadsmiljön.

### 2.2.7 Minskad försurning & övergödning

Huvudområdet härstammar från Sveriges miljömål, specifikt miljömål 3 – Bara naturlig försurning och miljömål 7 – Ingen övergödning. Detta skulle kunna vara två huvudområden men valdes att slås ihop då en betydande del av både försurningspotentialen och övergödningspotentialen kommer från kväveutsläpp. Detta gör att i de flesta fall gäller att ett drivmedel som har låg försurningspotential även presterar bra gällande övergödningspotential. Huvudområdet mäts i kilogram svaveldioxidekvivalenter (försurning) och kilogram fosfatekvivalenter (övergödning).

### 2.2.8 Ökad regional sysselsättning

Ökad produktion av lokala drivmedel kan leda till fler arbetstillfällen och mer möjlighet för högkvalificerade arbeten. I detta huvudområde används studier och forskning på hur ökad produktion av drivmedel bidragit till direkta och indirekta arbetstillfällen. Direkta arbetstillfällen är sådana som arbetar med produktionen av drivmedlet medan indirekta arbetstillfällen är sådana som ökat logistikarbete, arbeten kopplade till samhällsfunktioner så som skola, mat och hushåll samt andra indirekta arbeten som stöder en ökande arbetande befolkning. Detta huvudområde kopplar till BRP+ temat om arbete och löner där arbetsbrist är en negativ aspekt. Huvudområdet mäts i antalet ökade indirekta och direkta arbetstillfällen som följd av ökad produktion av alternativa drivmedel.

### 2.2.9 Ökad regional lönesumma

Detta huvudområde är kanske det mest klassiskt ekonomiska området och beskriver den absoluta ökning av bruttolöner som kan tänkas ske vid ökad alternativdrivmedelsproduktion. Huvudområdet har sitt ursprung i BRP+ och specifikt i aspekter om inkomst, förmögenhet och levnadsstandard, eftersom nya arbetstillfällen också leder till olika ökad inkomst och ibland förbättrad levnadsstandard.

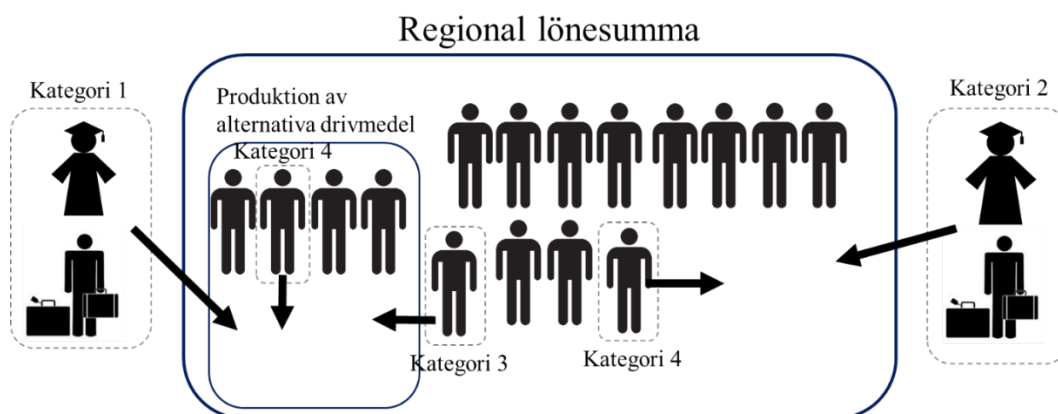
Området är svårt att precisera eftersom arbeten och löner kan skilja sig beroende på vilka som får arbetena och vilket arbete personen i fråga hade innan. En nytexaminerad person som får ett arbete inom en välbetald sektor bidrar med en



mycket större absolut ökning till den regionala lönesumman än om en redan anställd person får anställning i den nya produktionen (eftersom lönesummatillskottet från personens tidigare anställning bara omfördelas till en ny anställning). För att förenkla och ändå förmå en kvantitativ beskrivning gjordes en förenklad modell av hur en anställningsmix hos ett nyetablerande företag kan se ut. I anställningsmixen finns fyra olika typer av anställningar. För att beräkna lönesumman för varje typ användes genomsnittslönesumma för SNI-segment D+E som står för företag inom energi- och miljö (Statistiska Centralbyrån, 2018) samt genomsnittslönesumma för arbetande i Östergötland (Tillväxtverket, 2018b).

De anställningskategorier som användes för modellen är (och finns illustrerade i Figur 4):

1. Nyinflyttad eller nyutexaminerad anställning inom SNI-kod D+E. En ökning på hela medellönesumman för SNI-kod D+E tillkommer till den regionala lönesumman, nämligen 468 432 kronor (Statistiska Centralbyrån, 2018).
2. Nyinflyttad eller nyutexaminerad anställning med genomsnittslönesumma Östergötland. En ökning på hela medellönesumman för genomsnittssegmentet tillkommer till den regionala lönesumman, alltså 341 133 kronor (Tillväxtverket, 2018b).
3. En anställd inom genomsnittssegmentet byter anställning till SNI-kod D+E. En ökning på skillnaden mellan medellönesumman för SNI-kod D+E och genomsnittssegmentet tillkommer den regionala lönesumman, 127 299 kronor.
4. En anställd inom antingen SNI-kod D+E eller inom genomsnittssegmentet byter jobb till samma segment (SNI-kod D+E till SNI-kod D+E eller genomsnitt till genomsnitt). En ökning på 10 % av lönesumman för segmentet tillkommer då personer som byter jobb ofta får en högre lön (Virgin, 2018), 46 843 respektive 34 113 kronor.



Figur 4. Illustration av de olika lönesummakategorierna för att beskriva lönesumma förändringar som följd av ökad produktion av alternativa drivmedel. I kategori 1 och 2 tillkommer en ny sysselsatt till regionen medan kategori 3 och 4 beskriver personer som byter jobb inom regionen.

I scenarion användes sedan antagandet att ett lågt resultat ligger på att 10 % av de nya anställningstillfällena (se kapitel 2.2.8) är utav kategori 1, 20 % av kategori 2, ytterligare 20 % av kategori 3 och till sist 50 % av kategori 4. Ett högt resultat antogs bestå utan 15 % kategori 1, 30 % kategori 2, 25 % kategori 3 och 30 % kategori 4.

### **2.2.10 Mer förnybar energi och ökad energisäkerhet**

Ursprunget för detta huvudområde är Generationsmålet, där tillgången till förnybar energi pekas ut som en viktig indikator. Huvudområdet mäter den mängd förnybar energi som nationen har fullständig kontroll över. Detta eftersom det är viktigt att säkra tillgången till energi vid en eventuell krissituation.

### **2.2.11 Minskad klimatpåverkan**

Klimatpåverkan, kanske det mest omtalade miljöproblemet, är och förblir en viktig del av alla miljöpåverkansbedömningar. Detta huvudområde har sitt ursprung främst ur Sveriges miljömål men spelar även an på ett tema i BRP+. De mål som berörs av klimatpåverkansutsläpp är 1 – Begränsad klimatpåverkan, 8 – Levande sjöar och vattendrag samt 17 – Generationsmålet. Generationsmålet är starkt kopplat till konsumtionsbaserade utsläpp av växthusgaser och målet om levande sjöar och vattendrag påverkas genom att en mängd vattenlevande varelser påverkas negativt av klimatförändringar. Till sist finns evidens på att ökade klimatförändringar leder till mer extremväder och naturkatastrofer (Aalst, 2006; Helmer och Hilhorst, 2006; Mal m.fl., 2018), något som försämrar temat trygghet och säkerhet i BRP+. Huvudområdet mäter hur mycket utsläpp av klimatgaser (koldioxidekvivalenter) som kan undvikas eller tillkommer om fordon kör på ett alternativt bränsle istället för ett fossilt.

### **2.2.12 Ökad näringsåtervinning**

Huvudområdet för näringsåtervinning kommer utav att produktion av biodrivmedel medför biprodukter som möjliggör återförsel av näringsämnen till åkermark. Om produktionen dessutom är avfallsbaserad tillför det även till en ökad återvinning i samhället. Därav är huvudområdet kopplat till Generationsmålet för att näringsåterförsel bidrar till detta måls indikator om ökad återvinning. Dessutom ingår ekologisk matproduktion som en del av Generationsmålet, ekologisk odling möjliggörs i stor mån av näringsämnen från biodrivmedelsproduktionsrester (ofta kallat digestat eller biogödsel). I övrigt är det viktigt för samhällets resiliens och krisberedskap att samhället har tillgång till jordbrukets insatsvaror. Gödsel, och de i gödseln förekommande näringsämnena, är en typisk sådan insatsvara. Huvudområdet mäts i hur stor mängd kväve och fosfor som skulle kunna återföras till jordbruks- och skogsbruksmarker vid produktion av biodrivmedel.

## 2.3 Scenarion

Baserat på hur olika drivmedel presterande inom varje huvudområde gjordes en bedömning av vad nuvarande produktion av biodrivmedel för med sig för samhällseffekter. Dessutom togs även fyra framtidsscenarion för 2030 fram för att kunna illustrera olika nivåer av produktion och användning av drivmedel i Östergötland. Detta gjordes för att kunna dra slutsatser om samhällseffekternas storleksordningar. Illustrationerna visar endast de huvudområden som kunde kvantitativt bedömas per GWh använt drivmedel. De andra huvudområden ökar så klart också vart efter mer drivmedel introduceras men det har inte gått att uppskatta hur stor förändringen blir för varje ökad mängd drivmedel. De huvudområden som uppskattades genom scenariona var, ökad regional sysselsättning, ökad regional lönesumma, mer förnybar energi och ökad energisäkerhet samt minskad klimatpåverkan.

I varje scenario antas att lika stor mängd som tillverkas i Östergötlands också används i länet. Eftersom drivmedel är en fri handelsvara så är det inte sannolikt att så blir fallet. Detta antagande kunde göras eftersom de fyra scenariona inte ämnar förutspå framtiden utan endast är illustrationer av vilka effekter som kan fås av en viss användning och produktion i regionen.

### 2.3.1 Utgångsscenario

Det första scenariot är ett basscenario där inga nya substrat eller drivmedel tas i bruk utan den enda ökning som sker är en ökning av redan existerande produktion. I detta scenario ingår alltså endast förväntad ökning av biogas från avloppsvatten, livsmedelsindustriavfall och utsorterat matavfall, samt etanol från spannmål. I detta scenario fortsätter elektrifieringen dock öka kraftig och förväntas uppgå till 465 GWh (se Anderberg och Dahlgren, 2019b).

### 2.3.2 Scenario Låg

Här tas de drivmedel som kan ses som lågt hängande frukter i bruk. Detta sker förmodligen som en reaktion på ökad regional efterfrågan och förbättrade styrsystem på regional och nationell nivå. Elanvändning är densamma från utgångsscenarioet och i detta scenario ingår även följande produktionskedjor (utöver drivmedel i utgångsscenarioet):

Biogas från park- och trädgårdsavfall.

Gödselbaserad biogas från flytgödsel på gårdar som ligger nära intill anläggningar eller där mängden substrat är så pass stor att transportkostnaderna inte blir för stora.

Biogas från avloppsvatten i pappers- och massaindustri.

Gödselbaserad biogas från fastgödsel.

En areal av lika stort omfång som den som idag ligger i träda i Östergötland odlas upp med vallgrödor med syfte att producera biogas och biogödsel.

### 2.3.3 Scenario Hög

Detta scenario baseras på en stor ökad efterfrågan där regionalt producerade biodrivmedel lyckas stå sig mot importerade konkurrenter. Scenariot kan eventuellt bli aktuellt vid en stor satsning av att få till en fossilfri fordonsflotta till 2030. Elanvändningen ökar ännu kraftigare i detta scenario än föregående för att tillsammans med biodrivmedlen lyckas göra fordonsflottan fossilfri. Detta resulterar i cirka 640 GWh el (se Anderberg och Dahlgren, 2019b). Utöver drivmedel i föregående scenarion är följande produktionskedjor inkluderade i detta scenario:

HVO från tallolja från pappers- och massaindustri.

Biogas från drank vid etanolproduktion.

Biogas från odlingsrester där odling sker nära produktionsanläggningar eller där mängden substrat är så pass stor att transportkostnaderna inte blir alltför stora.

Biogas från förgasning av skogsrester (mindre grenar, barr och bark) i storleksordningen 20 % av tillgängliga skogsrester.

### 2.3.4 Scenario MAX

Detta scenario är en illustration av samhällsnyttor vid en teknisk maximal produktion och användning av regionala alternativa drivmedel. Detta scenario utgår från att realisera all drivmedelsproduktion som kan anses teknisk rimlig. Elanvändningen i vägtransporten ligger på samma nivå som i föregående scenario och i detta scenario tillkommer följande drivmedel:

Biogas från förgasning av skogsrester (mindre grenar, barr och bark) i storleksordningen 30 % (sammanlagt 50 %) av tillgängliga skogsrester.

Biogas från slam i pappers- och massaindustrin.

En areal lika stor som 15 % av Östergötland åkermark odlas upp med vall med syfte att producera biogas och biogödsel.

Biogas från tidigare deponerat avfall.

Biogas från odlade musslor.

Gödselbaserad biogas från flytgödsel på gårdar i Östergötland som av logistikkostnadsskäl inte inkluderas i scenario 2.

Biogas från odlingsrester som av logistikkostnadsskäl inte inkluderades i scenario 3.

Biogas från vass.

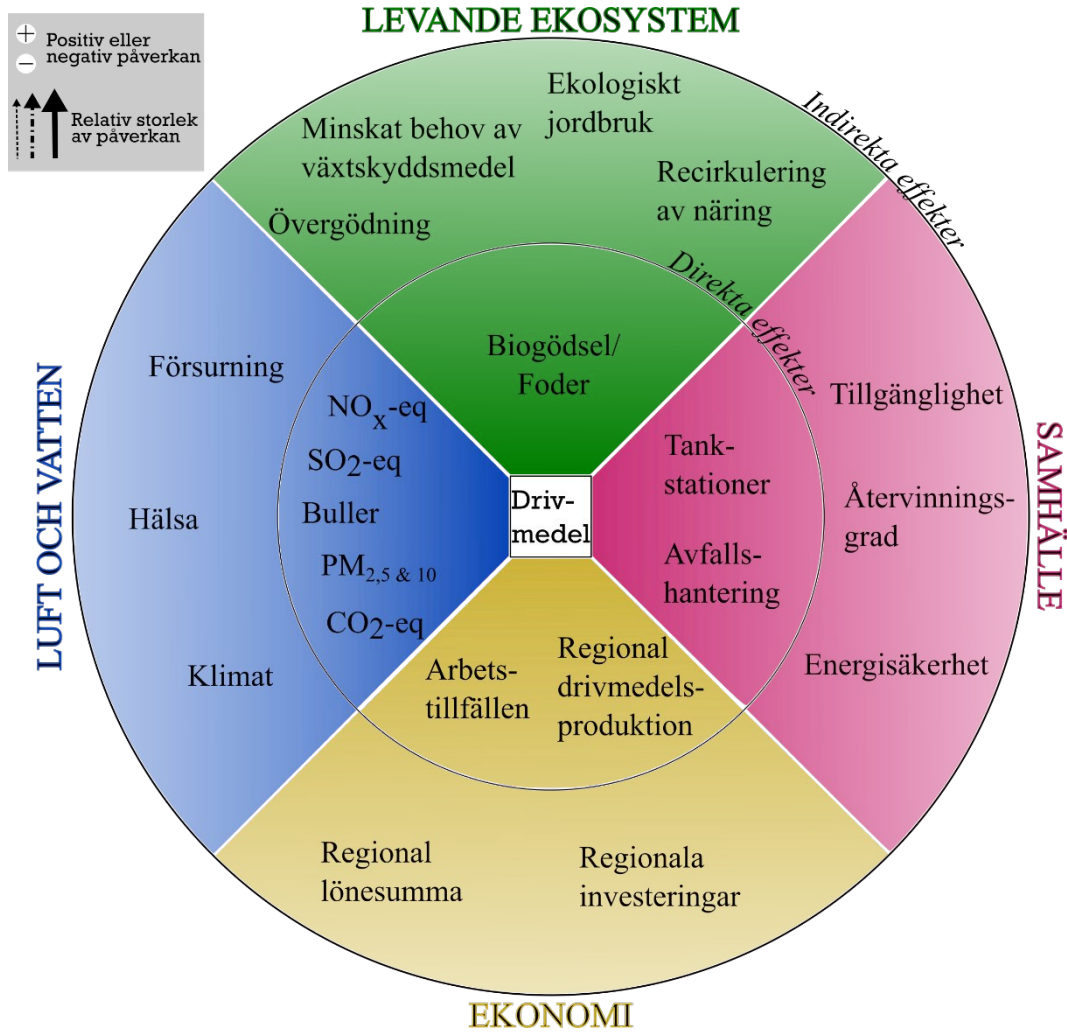
## 2.4 Att illustrera samhällseffekter av drivmedel

För att ge en överblick över hur olika drivmedel påverkar samhället, miljön och ekonomin har ett antal illustrationer gjorts. Dessa illustrationer bygger på bedömningarna som gjorts för varje huvudområde. I Figur 5 syns en tom illustration som är utgångspunkten för varje drivmedel. Figurerna är uppdelade i fyra segment: **levande ekosystem**, där sådant som har med jordmåns kvalitet, och direkt påverkan på djur- och växtliv hittas; **samhälle**, där sådant som har direkt påverkan på samhällets infrastruktur och invånarnas levnadsstandard hittas; **ekonomi**, där hittas områden så som inkomster och investeringar; och det sista segmentet, **luft och vatten**, behandlar områden och utsläpp där luft- och vattenkvalitet påverkas. Illustrationerna är även uppdelade i två nivåer (yttre och inre ring i Figur 5). I den första nivån hittas direkta effekter som främst är de indikatorer som ingått i bedömningen (se Tabell 2). Kategorier på denna nivå är saker som drivmedlet direkt ger upphov till, exempelvis utsläppsminskningar, biprodukter eller arbetstillfällen. För vissa huvudområden som saknade indikatorer av detta slag (främst vissa av de kvalitativa huvudområdena) är mellansteg insatta som visar på hur olika effekter fås i den yttre ringen. Exempelvis har huvudområdet ökad biodiversitet och minskad ekotoxicitet fått en kategori under direkta effekter kallad biogödsel/foder, eftersom det är biogödsel som påverkar biodiversitet och ekotoxicitet. Den yttre ringen beskriver olika indirekta effekter som drivmedlet ger upphov till. Med detta menas effekter som de direkta effekterna har i nästa steg. Här är det främst huvudområdena själva som hittas. Ibland är dessa dock uppdelade, exempelvis är minskad försurning och övergödning uppdelat på försurning och övergödning.

För att visa storleksordningar används pilar av tre olika storlekar. Dessa visar dels vilka direkta effekter som påverkar vilka indirekta effekter och relativ storlek på effekterna. Detta betyder exempelvis att den minsta pilen betyder att drivmedlet påverkar mindre än andra studerade drivmedel, inte att påverkan är liten. Alltså kan drivmedel med många små pilar fortfarande bidra med många stora effekter. Till sist har även alla pilar ett plus- eller minustecken på sig. Dessa beskriver om det är en positiv eller negativ<sup>2</sup> påverkan.

---

<sup>2</sup> Bra eller dålig för samhället, ekonomin eller miljön.



Figur 5. Mallen som användes för att illustrera olika drivmedels påverkan och effekter på samhället, ekonomin och miljön. Den inre ringen beskriver direkta effekter som drivmedlet ger upphov till medan den yttre ringen beskriver vilka effekter som fås av i nästa steg. Pilarna (i figurens högra hörn) läggs ut mellan olika kategorier i de färdiga figurerna som syns i kapitel 3.4.



## 3 Resultat

Resultatet är uppdelat i tre delar. Först presenteras bedömningen av hur alternativa drivmedel presterar inom varje huvudområde i kapitel 3.1. Därefter presenteras i kapitel 3.2, vilka huvudområden som kopplas till användning respektive produktion av alternativa drivmedel och till sist presenteras illustrationerna av hur de olika drivmedlen påverkar samhället i kapitel 3.3.

### 3.1 Samhällseffekter

#### 3.1.1 Ökad resursåtervinning

Av de bränslen som bedömts är det biogas och HVO som står ut i detta huvudområde eftersom de är producerade från restprodukter eller avfall. Biogasen har dock vissa ursprung som inte kommer från restprodukter så som vall och musslor. Den existerande biogasproduktionen<sup>3</sup> är helt avfallsbaserad medan scenario Låg skulle betyda att 70 procent av biogasproduktionen var avfallsbaserad då vallbaserad produktion utgör en betydande del i scenariot. En ökning av drivmedelsproduktionen kan innebära att mer jungfruliga råvaror tas i bruk eftersom restprodukter och avfall ibland kan vara svårhanterliga på grund av heterogenitet eller kontaminering. Dessutom finns det inte oändligt med användbart avfall att ta vara på.

HVO, som i bedömningen enbart produceras av tallolja, är helt avfallsbaserad då talloljan är avfallsklassad (Europeiska kommissionen och rådet, 2015). Dock ska det sägas att restprodukter i skogsindustrin ofta har en hög konkurrens kring dem. De är därav högre värderade än andra organiska avfallsfraktioner. Detta gäller även för skogsrester från avverkning och sågverk som eventuellt kan användas till biogasproduktion genom förgasning (även kallad, syngas). Detta kan eventuellt även börja gälla för andra avfallsfraktioner i framtiden då konkurrensen om insatsvaror ökar.

Att använda avfallsfraktioner för att producera drivmedel och i vissa fall även biogödsel bidrar även till en säker och resurseffektiv avfallshantering. Det organiska avfallet är ofta en svår fraktion att behandla med förbränning eftersom den är blöt och deponering av organiskt avfall är förbjudet i Sverige. Alltså bidrar drivmedelsproduktionen till att lösa avfallsproblematiken samtidigt som den också producerar en viktig handelsvara.

Huvudområdet behandlar utöver drivmedlets ursprung även om drivmedlet ger upphov till andra resursproblem. I denna aspekt är det främst eldrift som skapar en del problem genom de sällsynta jordartsmetaller och konfliktmetaller som återfinns i batterierna. Än är det fortsatt låg återvinningsnivå för batterier, särskilt gällande de kritiska metallerna i batteriet (Andersson m.fl., 2017; Gradin m.fl., 2018). Detta är möjligen något som kommer att åtgärdas i framtiden men bör ändå nämnas som ett problemområde för batteridrift.

---

<sup>3</sup> Eftersom scenario 1 endast är en ökning av existerande drivmedelsproduktion så är produktionen i scenariot också helt avfallsbaserad.

### 3.1.2 Förbättrad luftkvalitet

Alla bedömda drivmedel har lägre partikel- och kväveoxidutsläpp än diesel<sup>4</sup> men vissa bidrar med mer än andra. De drivmedel som skiljer sig minst från diesel är etanol och HVO som i bästa fall uppnår 30 procent reduktion av partikelutsläpp (Rahman m.fl., 2013; Singer m.fl., 2015). För kväveoxidutsläpp är det svårt att säga om etanol ger en minskning eller ökning (Anderson, 2015; Manzetti och Andersen, 2015), men kan anses jämförbart med diesel. HVO medför mellan 15 och 40 procent lägre kväveoxidutsläpp (Singer m.fl., 2015). För biogasdrift sker en markant reduktion där vissa källor uppger upp till 10 gånger mindre utsläpp än diesel (Khan m.fl., 2016; Vojtíšek-Lom m.fl., 2018). Till sist har el och vätgasdrift inga lokala partikel- eller kväveoxidutsläpp.

Eftersom både användning och produktion bedöms i rapporten så är det även viktigt att se till eventuella produktionsutsläpp. För biodrivmedlen som bedömts kommer en stor del produktionsutsläpp från transporter av substrat och bränslen (Börjesson och Berglund, 2006), dessa uppkommer exempelvis inte vid eldrift då denna transporteras via kraftnätet. Dessutom kan produktionsfabrikerna ge upphov till vissa lokala försämringar i luftkvalitet men utsläpp av kväveoxider och partiklar från dessa är oftast försumbara ur ett stads- eller regionperspektiv.

### 3.1.3 Ökade investeringar i alternativa drivmedel

Att mer produktion av alternativa drivmedel också medför ekonomiska investeringar är nog ingen förvånad över. Men ekonomiska investeringar i fysiska tillgångar och kunskapsstillgångar medför många positiva samhällseffekter som inte fås om dessa pengar istället används för import av bränslen. Att investera i kapitaltillgångar så som produktionskapacitet och kunskap bidrar till att öka regionens konkurrenskraft och produktivitet. Import av alternativa drivmedel kommer inom överskådlig tid spela en stor roll och det är inget självändamål att alla regioner ska vara självförsörjande. Dock är en ökad självförsörjningsgrad sannolikt nödvändig och specialisering är positivt för den regionala utvecklingen. Dessutom ligger produktion av alternativa drivmedel väl i linje med regionens specialiseringsstrategi (se kapitel 4.1), där miljönytta som affär och effektiv logistik är två av fem utpekade specialiseringsstrategier.

### 3.1.4 Ökad biodiversitet och minskad ekotoxicitet

Huvudområdet ökad biodiversitet och minskad ekotoxicitet påverkas främst genom användningen av biogödsel. Biogödsel är rötresten från biogastillverkning, alltså det som inte bryts ner och blir biogas. Denna gödsel har visats ha vissa inhibitoriska effekter på vissa patogener och svampar (Shang m.fl., 2011; Li m.fl., 2013). Denna effekt leder till att bönder som använder sig av biogödseln inte behöver använda lika mycket pesticider vilket minskar ekotoxiciteten. Många av dagens pesticider är skadliga för insekter som i sin tur påverkar djur längre upp i näringskedjan. Därför ses det positivt att minska mängden pesticider.

Utöver detta är biogödsel en stor möjliggörare för ekologiskt jordbruk (Pugesgaard m.fl., 2014; Siegmeier m.fl., 2015). Ekologiskt jordbruk för med sig många positiva effekter på både biodiversiteten och ekotoxiciteten som gör det till ett åtråvärt sätt att bruka jorden.

---

<sup>4</sup> Som för detta huvudområde är fossilreferens.

Därav presterar biogas bra inom detta huvudområde medan andra studerade drivmedel inte påverkar huvudområdet (varken positivt eller negativt).

### 3.1.5 Ökad tillgänglighet

Tillgänglighet och närhet till drivmedel är något som många säkert förknippar med vardagen. De flesta resor som görs i vardagen passerar flertalet tankstationer och planering krävs sällan. I en framtid med flera olika drivmedel kan krav på nyinvesteringar försämra tillgängligheten på vissa drivmedel på mindre tankstationer. Tittar man på tillgängligheten av alternativa drivmedel i länet ser man att alternativa drivmedel har sämre tillgänglighet men att det främst blir ett problem på landsbygden, där färre bor (Peltonen Ramkvist och Gumaelius, 2018). Därav bör denna försämring av tillgängligheten på landsbygden beaktas så att kompensation eller undantag kan tillskrivas de drabbade. För de individer som redan idag kör på alternativa drivmedel bör tillgängligheten dock öka, dessa är dock i minoritet i Östergötland vilket gör att huvudområdet påverkas negativt av införandet av alternativa drivmedel.

### 3.1.6 Minskat buller

Buller mäts och beskrivs genom bullermätningar av fordon i drift. Det bör poängteras att även om bullernivåer mäts per enskilt fordon krävs en omställning av fordonsflottan för att bullernivån ska ändras markant (Skov och Iversen, 2015). För personbilar och lätta transportbilar skiljer sig bullernivån inte mellan olika förbränningsmotorer utan endast mellan förbränningsmotorer och elmotorer. El- och vätgasdrift är mellan 5 och 3 dB tystare vid körning mellan 10 och 30 km/h (Skov och Iversen, 2015). Mellan 30-50 km/h är elbilen något tystare men här börjar däckljudet påverka mer och mer och därav är inte elbilen alltid tystare i detta segment (Skov och Iversen, 2015). För tyngre transporter (i detta fall bussar) finns en viss skillnad mellan gasbussar och bussar drivna på flytande bränslen. I tabell 3 visas ljudnivåer från olika tyngre fordonstyper vid olika avstånd och hastigheter. Där syns att gasbussen är något tystare än den dieseldrivna bussen och elbussen lite tystare därtill vid låga hastigheter. Då hastigheten ökar har gasbussen och elbussen liknande bullernivå och vid hastigheter över 70 km/h är det inte längre motorljud som dominerar och de olika bussarna presterar därför nästan lika bra vid den hastigheten (Larsson och Holmes, 2016).

För att verkligen få förståelse för hur olika drivmedel påverkar bullernivån i Östergötland krävs dock en fördjupande studie. Exempelvis simulerade Cucurachi m.fl. (2019) bulleravtrycket<sup>5</sup> i Schweiz. Bland annat kom de fram till att bulleravtrycket skulle kunna minskas med 55 % om alla förbränningsmotorer byttes ut till elmotorer.

---

<sup>5</sup> Hur mycket tryck en person utsätts för från buller under en sekund, mäts i personpascalsekund (antal personer utsatta för bullret · tryck i pascal vid bullerkällan · sekunder som personen utsätts för bullret).

Tabell 3. Tabellen visar bullernivåer från olika från olika fordonstyper men olika drivmedel. Baserat på Larsson och Holmes (2016).

		Dygnsekvivalent ljudnivå [dB] per fordonstyp					
Avstånd[m]	Hastighet [km/h]	Bil (bensin)	Tung trafik	Dieselbuss	Hybridbuss	Gasbuss	Elbuss
10	20	48	61	55	50	50	48
10	50	55	64	58	59	58	58
10	70	58	67	63	62	62	62
25	20	42	55	49	42	42	41
25	50	47	56	52	50	50	50
25	70	50	59	55	53	54	53
50	20	37	50	44	38	36	35
50	50	43	51	47	45	44	44
50	70	46	53	50	49	48	49

### 3.1.7 Minskad försurning & övergödning

Drivmedelanvändningens påverkan på försurning och övergödning kommer främst från utsläpp av svavel och kväve. Som nämntes i kapitel 3.1.2 medför alla alternativa drivmedel som bedömts utom etanol, en reduktion av kväveoxidutsläpp under användning. Denna reduktion minskar både försurningspotentialen och övergödningspotentialen då kväveoxider bidrar till båda. Andra utsläpp som bidrar till försurning och övergödning är svavel, fosfor och ammonium. Utsläpp av dessa slag är dock försumbara under användningen. Däremot spelar produktionen av drivmedel stor roll för vilken påverkan drivmedlet har på försurning och övergödning.

Svavelutsläpp vid produktionen av drivmedel sker då svavel separeras från drivmedlet, exempelvis vid uppgradering av biogas. Detta sker även för diesel och bensin som idag ska innehålla mindre än 10 mg svavel per kg (Europeiska kommissionen och rådet, 2009). Om de alternativa drivmedlen produceras med hjälp av grödor är det främst inom detta steg som försurningspåverkan sker. Odlingen av dessa grödor ger ofta en stor påverkan på både försurnings- och övergödningspotential. Därav presterar vallbaserad biogas och etanol dåligt i denna kategori. Enligt Martin et al. (2014) släpper produktionen av etanol ut 218 mg SO<sub>2</sub>-ekvivalenter per MJ etanol (försurningspotential) och 41 mg PO<sub>4</sub>-ekvivalenter (övergödningspotential) per MJ etanol. Jämfört med diesel på 47 respektive 5 mg per MJ (Börjesson och Berglund, 2007) är det en betydande ökning. Detta är dock inte en helt rättvis bild då odlingsmarken troligen skulle odlas upp även om etanolproduktion inte fanns. Det blir alltså förmodligen ingen minskning av övergödning- eller försurningspotentialen om etanolproduktionen upphör. Dessutom finns odlingstekniker där läckaget från odlingsmarken minskas, exempelvis genom barriärgrödor.

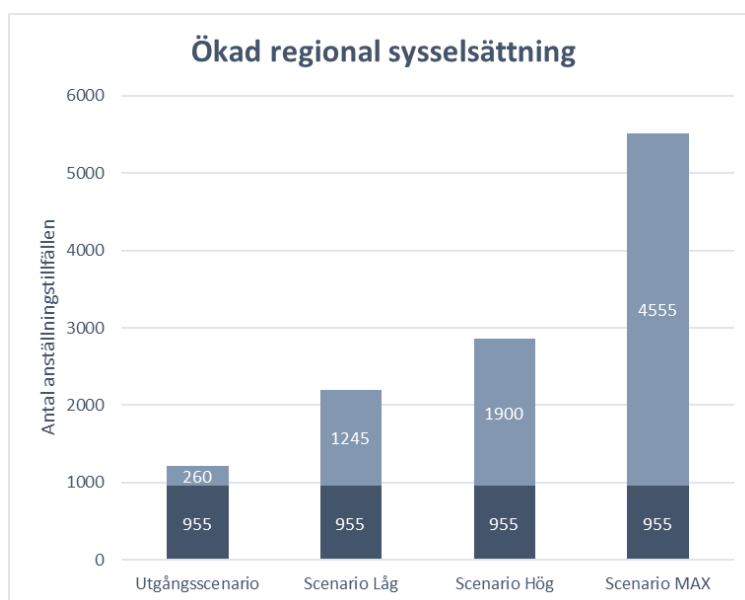
Till sist bör även nämnas att eldrift har vissa problem i produktionsledet gällande försurning och övergödning. Försurningsproblemen är främst kopplade till kol och

oljebaserad elproduktion då dessa släpper ut svavel. I Sverige är detta inget stort problem då vi har förhållandevis lite kol och oljebaserad el. Det kan dock vara ett problem om batterierna produceras i ett land med mycket fossilbaserad el. Detta eftersom det krävs en stor del el för att producera batterierna. Övergödningspotentialen är dock svårare att minska genom att förbättra elsystemet eftersom övergödningen i stor del kommer från den gruvdrift som bedrivs för att bryta de metaller som finns i batterierna. Hawkins m.fl. (2013) räknar med en ökning av övergödningspotentialen med mellan 120 - 500 % vid byte från fossila bränslen till eldrift. En stor del av denna ökning beror på metallutvinning och batteritillverkning.

### 3.1.8 Ökad regional sysselsättning

Regional sysselsättning har delats upp mellan så kallade småskaliga, storskaliga och autonoma produktionssätt. Småskaliga produktionssätt kräver mer arbetskraft per producerad enhet drivmedel – exempelvis biogasanläggningar. Till storskaliga anläggningar räknas etanolfabriker, produktion av HVO från tallolja och förgasningsanläggningar som kräver betydligt färre anställda per enhet drivmedel. Autonoma produktionssätt är produktionssätt som kräver liten eller ingen arbetskraft efter montering, exempel på detta är vattenkraft, vindkraft och vätgasreformerings. Baserat på studier från andra svenska regioner (Region Skåne, 2012; Västra Götalandsregionen, 2012), skulle småskalig produktion generera ungefär ett nytt arbetstillfälle per 560 MWh, medan det för storskalig produktion krävs en ökning på cirka 680 MWh för att ge ett nytt arbetstillfälle. För autonom produktion behövs en ökning på mellan 5 000 och 10 000 MWh för att ge ett nytt arbetstillfälle (L-B-Systemtechnik, 2007; US Department of Energy, 2008; Wallmark m.fl., 2015). Anledningen till detta är dels för att autonom produktion sker med väldigt lite arbetskraft men även att distribuering sker med litet behov av arbetskraft i gas- eller elnät. I ovanstående siffror är både direkta arbetstillfällen (direkt anställda av produktionsbolaget) och indirekta arbetstillfällen (exempelvis anställda på leverantör- eller distributionsbolag) inkluderade. Det ska dock förtydligas att sysselsättning och arbetstillfällen är ett väldigt komplext område där det ofta är en mängd olika förutsättningar och händelser som ger upphov till förändringar. Det är alltså svårt att isolera just vilka arbetstillfällen som uppkommer på grund av ökad drivmedelsproduktion.

I Figur 6 visas antalet arbetstillfällen den existerande produktionen antas medföra samt vilken förväntad ökning som ses. Idag är antalet sysselsatta i Östergötland cirka 212 000 (Tillväxtverket, 2019), alltså utgör alternativa drivmedel en ganska liten del av arbetsmarknaden men denna kan potentiellt fyrubblas vid ökad regional produktion.

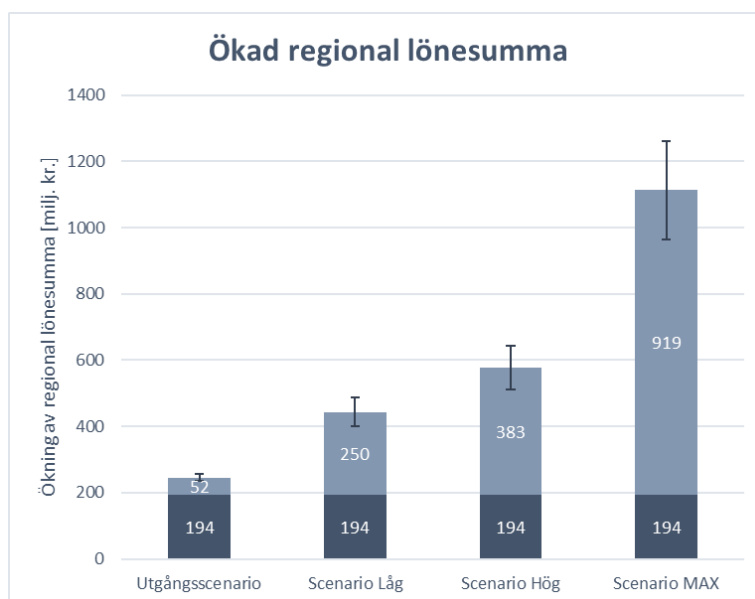


Figur 6. Resultatet i huvudområdet ökad regional sysselsättning för de i rapporten behandlade 4 scenarierna. Den undre mörkare delen är vad den redan existerande potentialen bidrar med medan den ljusare övre delen är ökningen i de olika scenarierna.



### 3.1.9 Ökad regional lönesumma

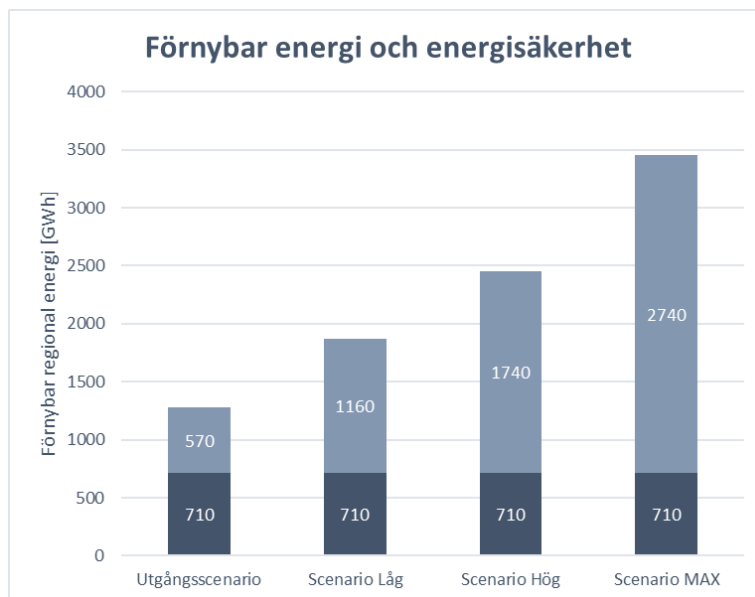
Lönesumman beräknades enligt modell beskriven i kapitel 2.2.9. I Figur 7 visas existerande regional lönesumma som tillskrivs produktion av alternativa drivmedel samt ökningen för varje undersökt scenario. Idag beräknas den existerande drivmedelsproduktionen bidra med mellan 163 och 225 miljoner kronor, i figuren används ett medelvärde på 194 miljoner kronor. Detta kan jämföras med 2016 års lönesumma på cirka 95 miljarder kronor. Idag utgörs alltså ungefär 0,2 % av lönesumman av drivmedelsproduktion. I de mest ambitiösa scenarierna (Hög och MAX) kan detta öka till mellan 0,8 och 1,5 % av lönesumman.



Figur 7. Resultatet i huvudområdet ökad regional lönesumma för de i rapporten behandlade 4 scenarierna. Den undre mörkare delen är vad den redan existerande potentialen bidrar med medan den ljusare övre delen är ökningen som de olika scenarierna bidrar med. Osäkerhetsmarkeringarna markerar skillnaden mellan ett 'lågt' och ett 'høgt' resultat (beskrivet i kapitel 2.2.9).

### 3.1.10 Mer förnybar energi och ökad energisäkerhet

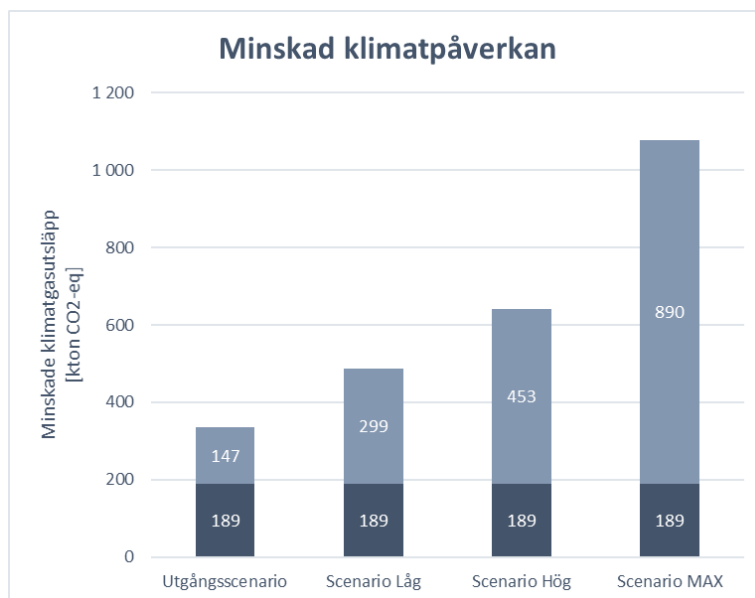
Den energipotential som varje scenario besitter har sitt ursprung i Lindfors m.fl. (2018). Idag är den tillverkade mängden energi från regionen där nationen har fullständig kontroll över råvarorna drygt 710 GWh. I Figur 8 visas den ökade mängden förnybar energi enligt de olika scenarierna. Dessa värden kan jämföras med dagens drivmedelsanvändning i Östergötland på ungefär 3 200 GWh, som förväntas öka till 4 200 GWh till 2030 (Anderberg och Dahlgren, 2019a). Det finns alltså möjlighet att producera mellan 45 och 80 % av Östergötlands förväntade drivmedelsanvändning regionalt år 2030.



Figur 8. Resultatet i huvudområdet förnybar energi och energisäkerhet för de i rapporten behandlade 4 scenarierna. Den undre mörkare delen är vad den redan existerande potentialen bidrar med medan den ljusare övre delen är ökningen som de olika scenarierna bidrar med.

### 3.1.11 Minskad klimatpåverkan

Klimatpåverkan beräknades med diesel som fossilreferens, i rapporten har diesel ett referensutsläpp på 83,8 g koldioxidekvivalenter per MJ. Även om kollektivtrafik till stor del redan ställt om till alternativa drivmedel i Östergötland så behåller diesel och bensin sin dominanta position för både personbilar och godstransporter. Generellt sätt så kan man förvänta sig stora vinster i klimatpåverkan för alla de alternativa drivmedelskedjor som studerats. Biogas ligger mellan 83 – 91 % reduktion (Steubing m.fl., 2011; Börjesson m.fl., 2016), etanol 60 – 90 % (Martin m.fl., 2014; Lantmännen Agroetanol, 2018), HVO 80 – 95 % (Börjesson, Lundgren, m.fl., 2016), vätgas från grön el 95 – 99 % (baserat på data från Europeiska miljöbyrån), vätgas från Svensk el 80 – 85 % (baserat på data från Europeiska miljöbyrån) och svensk el 85 % (Messagie, 2014). Idag beräknas drivmedelsproduktionen i Östergötland leda till en reduktion av växthusgaser på cirka 189 000 ton. Figur 9 visar resultat för varje scenario. Idag uppskattas Östergötlands klimatpåverkan till 1 726 000 ton koldioxidekvivalenter, de framtida scenarierna bidrar alltså med en minskning på 17, 26 eller 52 % (Scenarierna Låg, Hög eller MAX). Tar man hänsyn till icke-energirelaterade biprodukter (så som gödsel, fjärrvärme och foder) genom en systemexpansion kan reduktionen för biodrivmedlen vara mellan 50 – 90 % större än i rapporten beräknat (Martin m.fl., 2017). Detta eftersom biprodukter som foder och biogödsel kan substituera sojabaserat foder och mineralgödsel – produkter som i sig bidrar med stora klimatgasutsläpp. Fortsättningsvis kan gödsling med biogödsel, och odling av vissa grödor (exempelvis vallgrödor), leda till att man binder ner kol i jordmånen som också leder till minskad klimatpåverkan utöver den ökning som fås av icke-energirelaterade biprodukter. Denna effekt är dock något som måste fortsättas att studeras för att kunna dra kvantitativa slutsatser om hur stor mängd kol som kan långsiktigt bindas.



Figur 9. Resultatet i huvudområdet minskad klimatpåverkan för de i rapporten behandlade 4 scenarierna. Den undre mörkare delen är vad den redan existerande potentialen bidrar med medan den ljusare övre delen är ökningen som de olika scenarierna bidrar med.

### 3.1.12 Ökad näringsåtervinning

Näringsåtervinningen möjliggörs genom att biogödsel från biogasproduktion återförs till skogs- eller åkermark samt att foder från etanolproduktionen återförs till åkermark via djurhållning (detta kräver då att gödsel från dessa djur gödslas på åkermarken). På grund av en avsaknad av data för näringsinnehåll i biogödsel från råvaror inkluderade i scenario Hög och MAX så har dessa scenarion inte kunnat bedömas. I existerande biodrivmedelsproduktion beräknas att mellan 1300 till 2100 ton kväve och 141 till 286 ton fosfor kan återföras till åkermark. Utöver detta återförs indirekt näring via etanolproduktionen då restprodukten från etanolproduktionen blir djurfoder som sedan blir till gödsel. En ökning motsvarande utgångsscenariot medför ytterligare 550 till 830 ton kväve och 55 till 115 ton fosfor medan värden för en ökning motsvarande scenario Låg är 915 till 1300 ton kväve och 88 till 190 ton fosfor.

## 3.2 Användning, produktion eller båda?

På en global marknad finns så klart inget krav på att en region behöver producera något för att kunna använda det. Många produkter, inklusive en stor del alternativa drivmedel, importeras till Östergötland, och Östergötland exporterar i sin tur en del av sin egen produktion. Men vid utvärdering av vilka samhällseffekter alternativa drivmedel för med sig blir distinktionen mellan produktion och användning mycket intressant. Väljer man att satsa på alternativa drivmedel för att man ser de många nyttorna och positiva samhällseffekter som visats i rapporten bör man vara medveten att både regional produktion och användning är nödvändig för att uppnå alla nyttor. I Tabell 4 redovisas vilka huvudområden som hör till produktion respektive användning av alternativa drivmedel.

Tabell 4. Visar vilka huvudområden för bedömning av alternativa drivmedels samhällseffekter som kopplas till produktion respektive användning av alternativa drivmedel.

Produktion	Användning
Ökad resursåtervinning	Förbättrad luftkvalitet
Ökade investeringar i alternativa drivmedel	Minskad tillgänglighet
Ökad biodiversitet	Minskat buller
Minskad ekotoxicitet	Minskad försurning
Minskad försurning	Minskad övergödning
Minskad övergödning	Minskad klimatpåverkan
Ökad regional sysselsättning	
Ökad regional lönesumma	
Mer förnybar energi och ökad energisäkerhet	
Ökad näringsåtervinning	

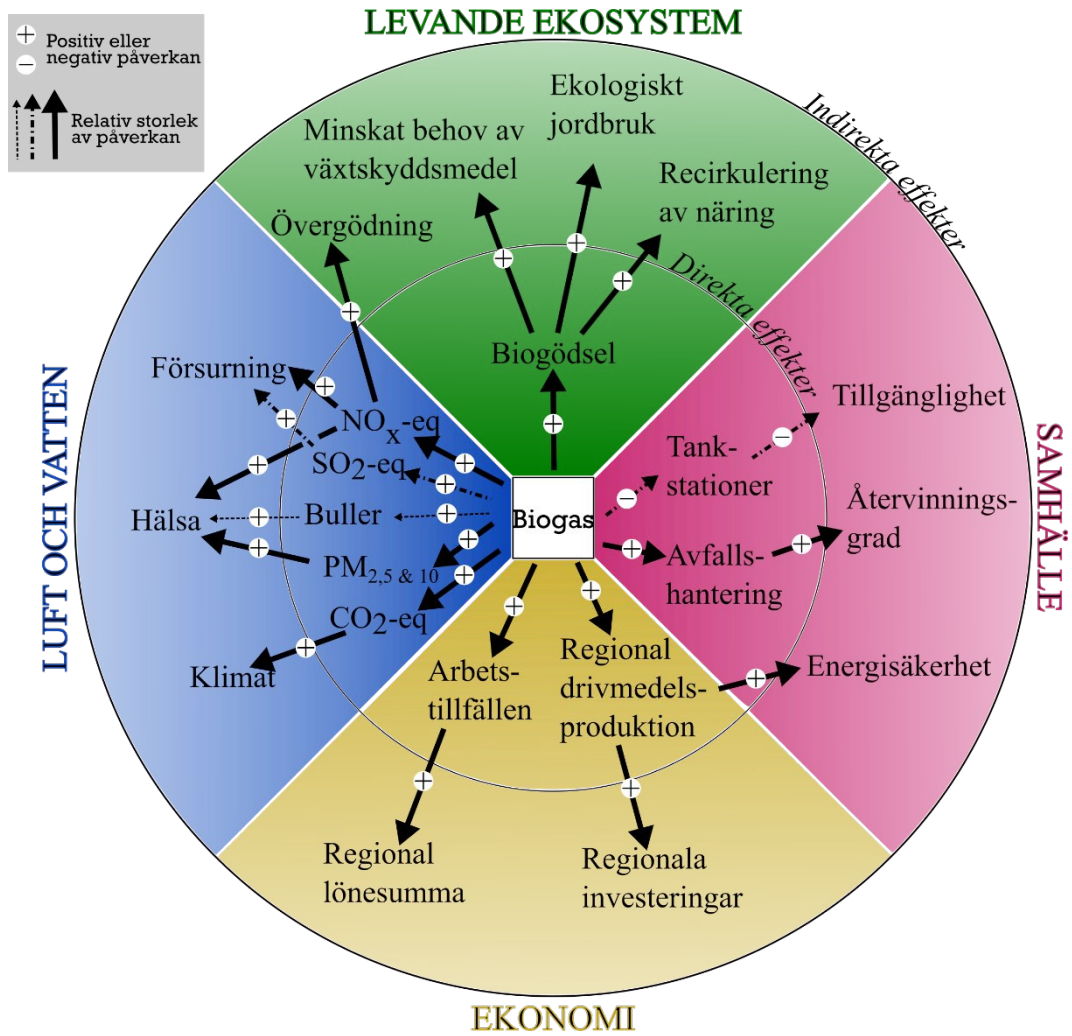
Idag är 90 % av Sveriges biodrivmedelanvändning baserat på importerade råvaror (Energimyndigheten, 2018b). Denna trend skiljer sig mellan de olika

drivmedelsslagen, HVO användningen sker baserat på 95 % importerad råvara och etanolanvändningen på 83 %. Biogas baserad på utländska råvaror ökar något men är fortfarande ett lokalt och regionalt bränsle där endast 18 % kommer från utländska råvaror. För en viss del av denna import sker drivmedelsproduktionen i Sverige medan odling och utvinning av råvaror sker utomlands, men för majoriteten av drivmedlen sker en direktimport av färdigt drivmedel (Ahlgren m.fl., 2017). Om alternativa drivmedel ska implementeras på grund av deras breda och positiva samhällseffekter är det viktigt att både stötta produktion och användning av alternativa drivmedel. Annars kommer många av nyttorna att gå förlorade. Därav behöver policy, strategier och initiativ stimulera både produktion och användning samtidigt. Hittills är det tydligt att samhällseffekter från användningen, främst klimatförändring, dominerat diskussionen och debatten inom detta område vilket lett till att användning stimulerats utan att produktion fått samma möjligheter att expandera. Nu behövs ett bredare förhållningssätt om vi ska kunna dra nytta av alla de samhällseffekter som alternativa drivmedel kan föra med sig.

### 3.3 Vilket drivmedel ska vi välja?

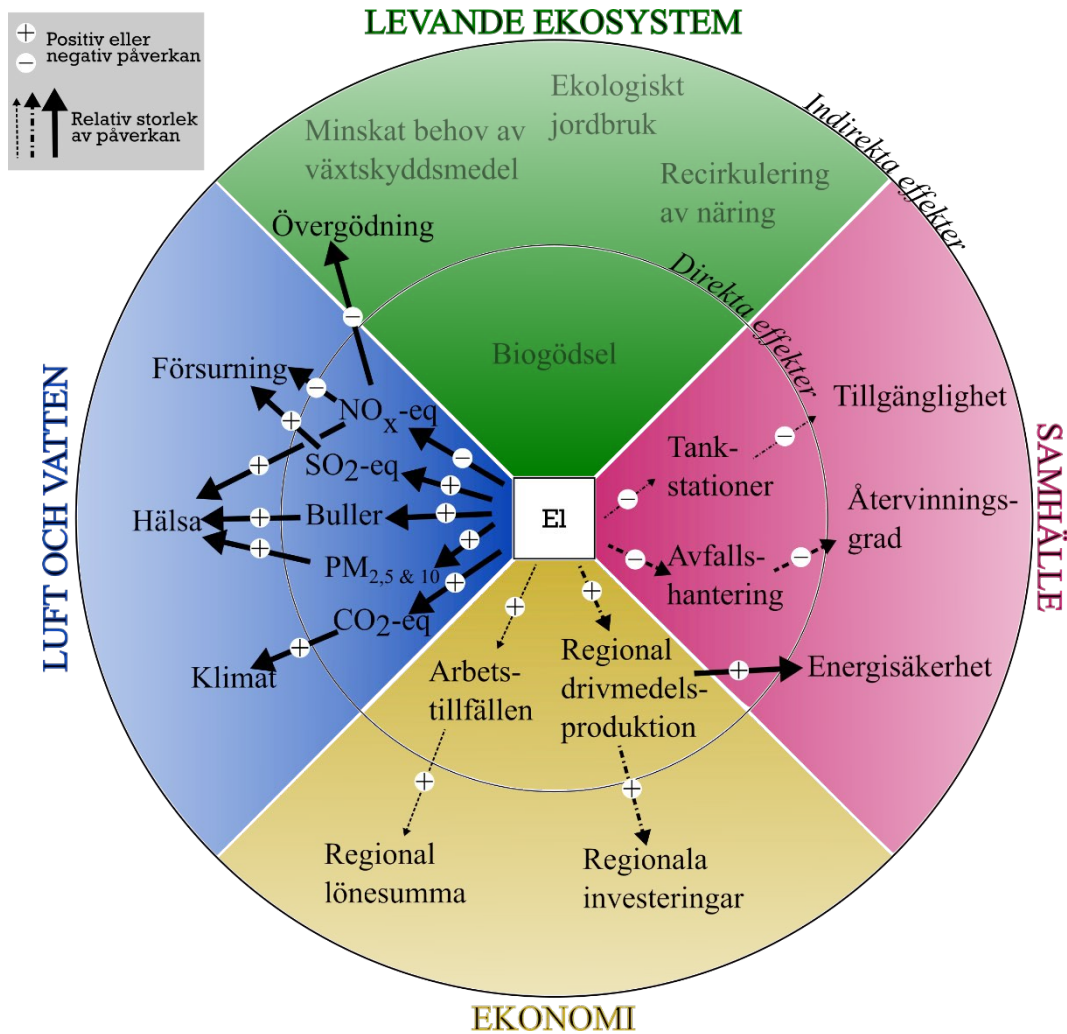
Syftet med den här rapporten är inte att jämföra ett drivmedel med ett annat och författarna är väl medvetna om att alla alternativa drivmedel kommer behövas för att nå en framtida fossilfri fordonsflotta. Med det sagt, så kommer enskilda aktörer att behöva prioritera och välja mellan dessa drivmedel även om alla drivmedel kommer behövas på nationell nivå. Vid dessa prioriteringar och jämförelser är det viktigt att flera olika samhällseffekter inkluderas, eller i alla fall medvetet utelämnas. Endast då kan man göra ett informerat val om vilket drivmedel som aktören själv tycker passar bäst för deras organisation.

Som resultatet visar har de olika alternativa drivmedlen olika samhällseffekter och det kan därför vara svårt att jämföra ett drivmedel mot ett annat. Figur 10–14 ger en överblick av typiska samhällseffekter av drivmedel som produceras och används på ett effektivt sätt. Genom dessa kan man se vilka samhällseffekter som man kan förvänta sig och sedan ta ställning till hur dessa samhällseffekter ska påverka de val av drivmedel som aktören står inför. Om en aktör vill välja det drivmedel som gör mest samhälls- eller miljönytta bör aktören således inte bara välja det drivmedel med lägst pris eller lägst klimatpåverkan, eftersom andra viktiga aspekter utelämnas. Aspekter som kan vara positiva eller negativa för samhället, ekonomin eller miljön.

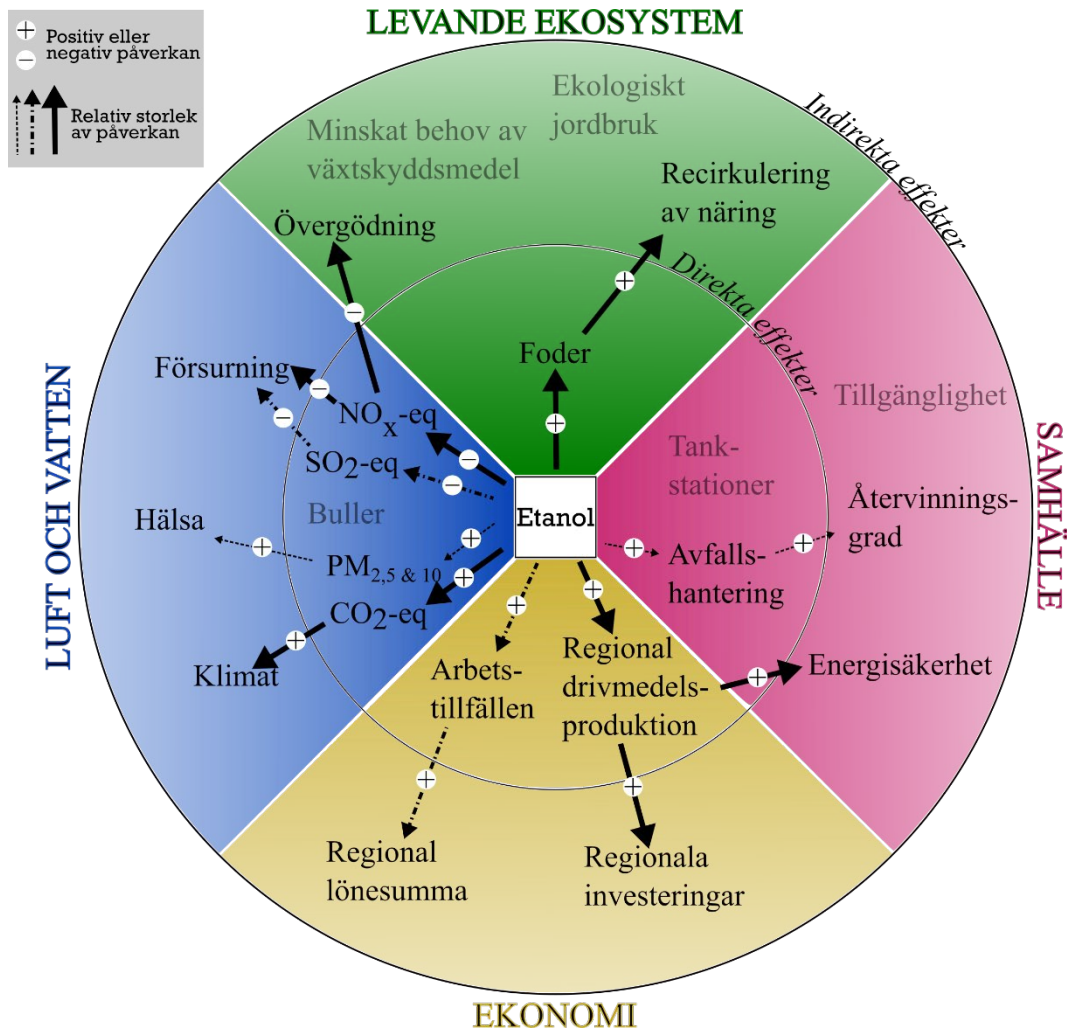


Figur 10. En illustration av direkta och indirekta samhälls- och miljöeffekter som biogasproduktion och användning har. Direkta effekter syns i den inre ringen medan indirekta ses i den yttre. Se kapitel 2.4 för en utförligare beskrivning.

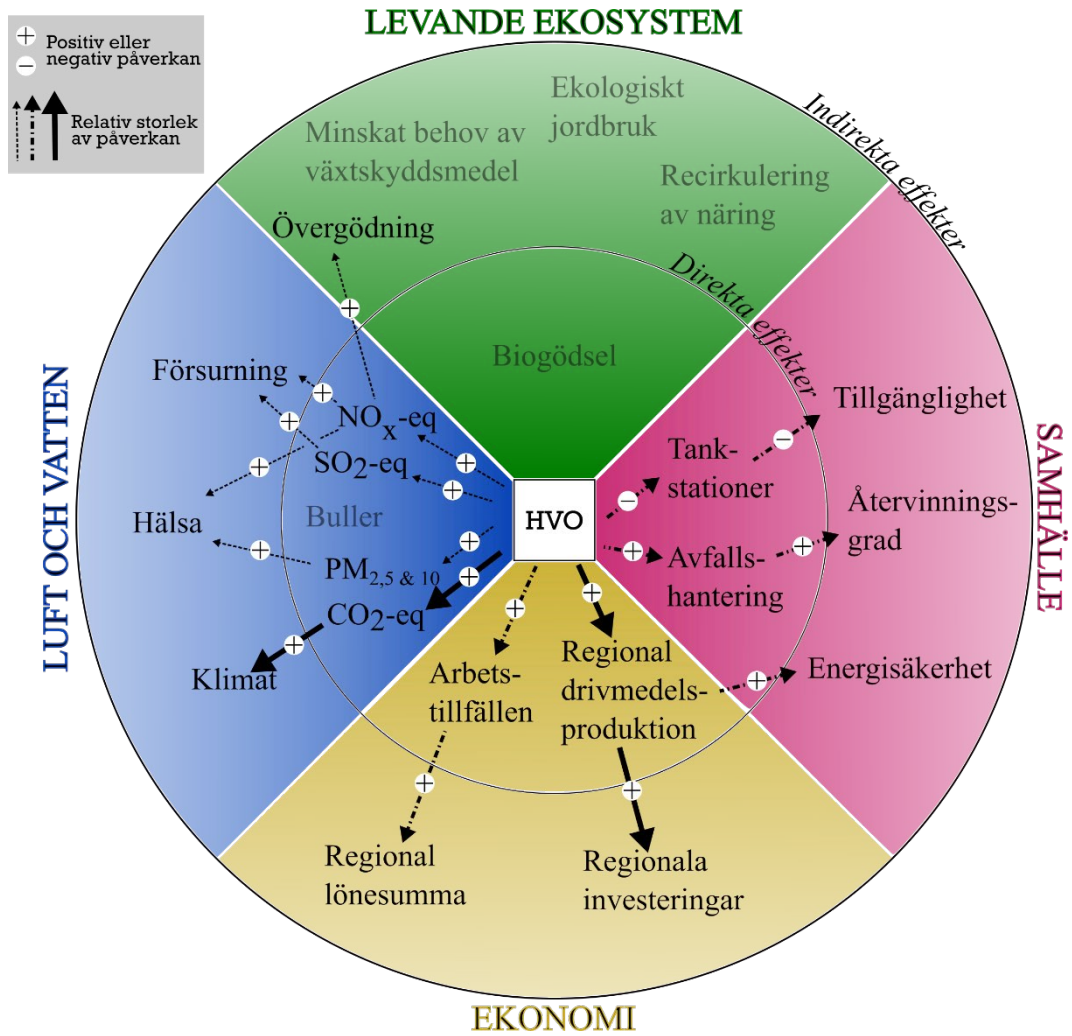




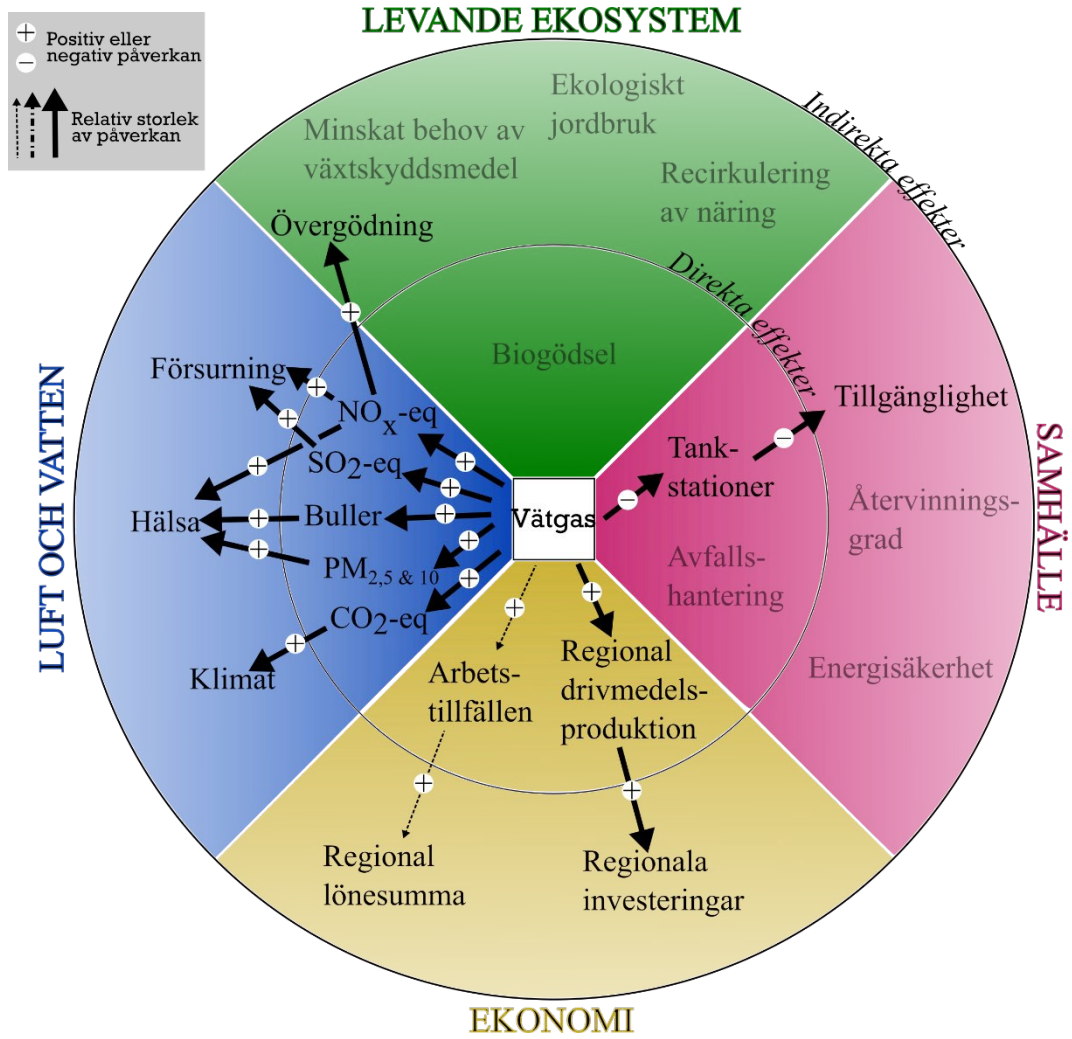
Figur 11 En illustration av direkta och indirekta samhälls- och miljöeffekter som elproduktion och användning har. Direkta effekter syns i den inre ringen medan indirekta ses i den yttre. Se kapitel 2.4 för en utförligare beskrivning. Ett förtydligande i denna bild ska göras för pilen från NO<sub>x</sub> till Hälsa. Trots att elektrifieringen för med sig negativ påverkan på NO<sub>x</sub>, försurning och övergödning så är detta från brytning av metaller och produktion av batterier medan det inte förekommer några sådana utsläpp från fordonet under körning. Därav har el en positiv påverkan på luftkvaliteten i städer och därmed människors hälsa.



Figur 12 En illustration av direkta och indirekta samhälls- och miljöeffekter som etanolproduktion och användning har. Direkta effekter syns i den inre ringen medan indirekta ses i den yttre. Se kapitel 2.4 för en utförligare beskrivning. Ett förtydligande i denna bild ska göras då en pil kan tyckas saknas från  $\text{NO}_x$  till Hälsa. Trots att etanolen för med sig negativ påverkan på  $\text{NO}_x$  och övergödning så är detta från odling av grödor och gödsling medan utsläpp från etanol under körning inte skiljer sig speciellt mycket från diesel. Därav har etanolen varken en positiv eller negativ påverkan på luftkvaliteten i städer och därmed människors hälsa.



Figur 13 En illustration av direkta och indirekta samhälls- och miljöeffekter som HVO-produktion och användning har. Direkta effekter syns i den inre ringen medan indirekta ses i den yttre. Se kapitel 2.4 för en utförligare beskrivning.



Figur 14 En illustration av direkta och indirekta samhälls- och miljöeffekter som vätgasproduktion och användning har. Direkta effekter syns i den inre ringen medan indirekta ses i den yttre. Se kapitel 2.4 för en utförligare beskrivning.

Tyvärr är det ofta svårare att ta beslut på ett multi-dimensionellt basis än att ta ett enkelspårigt beslut. 95 % reduktion av klimatgasutsläpp är bättre än 80 %, det förstår alla. Men när ett bränsle minskar buller och luftföroreningar medan ett annat möjliggör ekologisk odling och avfallshantering så blir det svårare att säga vilken som är det bättre alternativet. För att ta sådana beslut behövs en tydlig bild av värderingar och värdegrunder (Schneider m.fl., 2019), så att det är möjligt att motivera varför ett alternativ är bättre än ett annat, detta gör också att olika aktörer kan välja olika drivmedel och samtidigt säga att de tagit det bästa valet eftersom värderingar är subjektiva. Detta är också en möjlighet att utforska sin egen organisations och sina intressenters värderingar samt att konfrontera och lösa konflikter mellan olika värdegrunder. Att konkretisera koncept på detta sätt är nödvändigt för att skapa en gemensam förståelse för konceptet och en gemensam förbättringsriktning. Detta kan exempelvis göras genom diskussioner med medborgare, medborgarnas valda representanter, experter, drivmedelsproducenter och användare. Genom sådana dialoger kan en förståelse skapas för vilka samhällseffekter som är prioriterade i den lokala kontexten och därigenom motivera varför ett drivmedel bör premieras över andra.

## 4 Diskussion

### 4.1 Östergötland i en global kontext

Att reflektera över hur Östergötlands arbete med, och val kring, alternativa drivmedel kan påverka resten av världen är högst relevant. Världen står inför många globala hållbarhetsrelaterade problem som alternativa drivmedel kan bidra till att lösa. Men spelar verkligen Östergötland någon roll i en global kontext?

Faktum är att Östergötlands roll för utvecklingen av alternativa drivmedel aldrig kommer att vara direkt betydelsefull ur varken ett produktions- eller användningsperspektiv – vi har helt enkelt inte en tillräckligt stor råvarubas eller tillräckligt många användare för att sätta ett direkt globalt avtryck. Men tack vare sina goda förutsättningar kan Östergötland ändå göra global skillnad genom att visa hur alternativa drivmedel kan implementeras på ett effektivt och hållbart sätt. Exempelvis är Östergötland sannolikt den region i världen med längst historia och störst erfarenhet av att använda biogas som drivmedel. Dessutom finns stor erfarenhet och kunskap inom etanolområdet genom att världens mest klimateffektiva spannmålsetanol produceras i regionen. Genom att använda dessa erfarenheter och framtida innovationer kan Östergötland göra ett substantiellt bidrag i en global kontext. Exempelvis kan andra regioner få ökad förståelse för samhällseffekterna av alternativa drivmedel samt hur de själva kan stötta utveckling på hemmaplan. Företag från Östergötland kan då även bidra med tekniska eller kunskapsbaserade lösningar som utvecklats som följd av mer produktion och användning av alternativa drivmedel på hemmaplan. Dessa kan exporteras till andra regioner och bidrar till en enklare implementeringsprocess. På så sätt kan Östergötlands inflytande och effekter spridas och göra en betydande skillnad även på global nivå.

Det är således väl motiverat att Östergötland specialiserar sig inom och sprider kunskap om lösningar som bidrar till hållbar utveckling. Därför har Östergötland valt att utveckla en *smart specialiseringsstrategi*. Smart specialisering är ett verktyg för regional utveckling lanserat av europeiska kommissionen för att hjälpa regioner utveckla och implementera forsknings- och innovationsstrategier (Europeiska kommissionen, 2018). Syftet är att få regioner att kraftsamla kring de områden där störst potential för utveckling och tillväxt finns (Tillväxtverket, 2018c). I Östergötland har man identifierat följande fem områden att specialisera sig inom: 1) effektiv logistik, 2) affärsmodeller och arenor för hållbara systemlösningar, 3) smarta, säkra och robusta uppkopplade produkter och system, 4) visualisering och simulering samt 5) avancerade material. Alternativa drivmedel är framförallt kopplade till två av dess områden, nämligen effektiv logistik och affärsmodeller och arenor för hållbara systemlösningar.

Effektiv logistik handlar om att utnyttja Östergötlands geografiska position och starka akademiska kompetens för att stärka sin konkurrenskraft som logistikmotor i Mellansverige och Norden (East Sweden Business Region, 2019). En viktig pelare för ett framtida logistikarbete kommer att vara drivmedelsförsörjning. Både att kunna försörja ett stort antal fordon med drivmedel men också att kunna erbjuda olika drivmedel efter behov. Därav är alternativ drivmedelsproduktion en viktig del i arbetet med effektiv logistik.

Affärsmodeller och arenor för hållbara systemlösningar, även kallad miljönytta som affär, är ett område bestående av aktiviteter runt varor och tjänster som förebygger, minimerar eller återställer miljöförstöring i staden eller naturen (East Sweden Business Region, 2019). Härtill räknas företag som producerar eller distribuerar alternativa (miljövänliga) drivmedel. Därav är alternativ drivmedelsproduktion starkt kopplat till detta specialiseringsområde.

Det finns alltså således ett medvetet val från Östergötlands politik att stötta och utveckla produktion och användning av alternativa drivmedel. De kan både bidra med en mängd olika samhällseffekter och är i linje med Östergötlands specialiseringsstrategi. Östergötland har även goda förutsättningar för att vara i framkant när det gäller omställningen till hållbara transporter. Vi har redan nämnt den långa historien och höga kompetens som finns i Östergötland. Utöver detta har Östergötland bra förutsättningar för att producera biodrivmedel då regionen både har stor andel produktiv åkermark och skogsmark. Kombinerat med en relativt liten befolkningsmängd, gör dessa förutsättningar att om det är möjligt att göra transporterna fossilfria, så bör Östergötland vara en av de regioner med bäst förutsättningar.

## 4.2 Framtidsutvärdering med dagens systemsyn

Den här studien har använt en statisk systemsyn. Vad som menas med det är att bedömningen görs likadant, och linjärt, oavsett ökning av drivmedel och utifrån nuvarande kunskaps- och produktionsläge. Detta gjordes på grund av att bredden på studien inte gav möjlighet till att göra detaljerade analyser på hur det undersökta systemet skulle kunna ändras allt eftersom produktion och användning av alternativa drivmedel ökar. Därför dedicerar här ett kapitel till att diskutera vilka förändringar som en ökning av alternativa drivmedel för med sig och hur detta kan påverka resultaten.

Det mest uppenbara som skulle hända vid en eventuell ökning av alternativa drivmedel i Östergötland är att de alternativa drivmedlen skulle prestera ännu bättre i kategorierna *förbättrad luftkvalitet, minskad försurning och övergödning* och *minskad klimatpåverkan*. Detta eftersom en stor del utsläpp inom dessa områden kommer utav fossila drivmedel i transport- och tillverkningsleden. Med en högre andel alternativa drivmedel så kommer dessa utsläpp minska och därav kommer de alternativa drivmedlen prestera bättre inom de nämnda huvudområdena.

Det andra som är viktigt att poängtera är hur investeringar och ökad produktion påverkar regionens ekonomiska utveckling. I resultatet har antaganden och linjära förhållanden använts för att förenkla utveckling av anställningar och lönesummor beroende på hur produktionen och användningen av drivmedel utvecklas. Eftersom pengar stannar i regionen istället för att skickas till utlandet, så kan dessa återinvesteras i drivmedelsproduktion och andra delar av samhället som inte har koppling till drivmedelsproduktion eller användning. Utöver detta kan vissa trappstegseffekter uppstå som gör att den ekonomiska utvecklingen inte följer ett linjärt mönster. Exempelvis kan statliga eller europeiska forskningsmedel omfördelas till Östergötland som bidrar till regionens ekonomiska utveckling. Dessa trappstegseffekter är sådant som uppstår på grund av att en viss andel drivmedel produceras i regionen men storleksordningen är inte nödvändigtvis kopplad till hur mycket drivmedel som tillverkas.

Avslutningsvis bör det nämnas något om restprodukter och avfall. I ett framtida scenario är det troligt att produkter som tidigare sätts som avfall kommer ses som biprodukter då dessa ökar i värde. Exempelvis ser vi redan idag att tallolja är en högt värderad råvara trots sin avfallsklassning. I verkligheten är inget så svart och vitt som avfallsklassificeringen vill få det att verka. Om något produceras som följd av bra praxis eller på grund av remedieringsåtgärder och sedan används till biodrivmedelsproduktion bör detta kanske inte ses som jungfruliga råvaror. Om man exempelvis skördar vass för att hålla strandängar öppna bör detta kanske också ses som ett avfall? Andra exempel är att man inför vallgrödor i odlingsrotationen för att bidra till ökad biologisk mångfald och ökad halt markkol. Om denna vall sedan blir biogas kan möjligen vallgrödorna efter skörd ses som ett avfall, då huvudfunktionen med vallodlingen var att stötta den biologiska mångfalden.

## 5 Slutsats

För att uppnå en fossiloberoende fordonsflotta behövs alla alternativa drivmedel och stora mängder av dem. Men, för att få den fullständiga nyttan av en fossiloberoende fordonsflotta så räcker det inte med att användningen ökar – den lokala produktionen måste även följa med. Alternativa drivmedel för med sig en rad olika samhällseffekter som skulle kunna bidra till att klara av Sveriges miljömål och stärka regioners sociala och ekonomiska hållbarhet. Exempel på dessa är, minskad klimatpåverkan, förbättrad luftkvalitet, minskat buller, ökad regional sysselsättning och ökad energisäkerhet (se Tabell 1 för en fullständig lista). Bortom mätvärden, målsättningar och indikatorer betyder detta att de har en positiv effekt på samhället genom att de alternativa drivmedlen bidrar till regionens hållbara utveckling. Dagens fokus på klimatpåverkan har dock lett oss till en situation där majoriteten av alternativa drivmedel produceras utanför Sverige och därav går vi miste om de effekter som är knutna till produktionen av dessa drivmedel. Med en multi-dimensionell utvärderingsmetod, så som i denna studie, tydliggörs de samhällseffekter som annars skulle utelämnats om endast en effekt varit i fokus. Därav bör alternativa drivmedel utvärderas och bedömas utifrån flera olika perspektiv. I denna studie visar detta multi-dimensionella perspektiv att både produktion och användning är nödvändigt för att dra nytta av alla de positiva samhällseffekter som alternativa drivmedel kan föra med sig. Därför behövs nu policy, strategier och initiativ som både stimulerar produktion och användning av alternativa drivmedel. För det viktigaste är ändå att byta ut de fossila drivmedel som används idag – så varför inte använda våra lokala råvaror och produktionsmöjligheter?



# Referenser

- AALST, M.K.V., 2006. The impacts of climate change on the risk of natural disasters. *Disasters*, Vol. 30, Nr. 1, s. 5–18.
- AHLGREN, S., BJÖRNSSON, L., PRADE, T., och LANTZ, M., 2017. *Biodrivmedel och markanvändning i Sverige*. Lund, Sweden: Miljö- och energisystem, LTH, Lunds universitet.
- ANDERBERG, S. och DAHLGREN, S., 2019a. *Transporterna i framtiden - trender och förväntningar*. Linköping: Region Östergötland.
- ANDERBERG, S. och DAHLGREN, S., 2019b. *Transport- och drivmedelsscenarier: Östergötland 2030*. Linköping: Region Östergötland.
- ANDERSON, L.G., 2015. Effects of using renewable fuels on vehicle emissions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 47, s. 162–172.
- ANDERSSON, M., LJUNGGREN SÖDERMAN, M., och SANDÉN, B.A., 2017. Are scarce metals in cars functionally recycled? *Waste Management*, Vol. 60, s. 407–416.
- BÖRJESSON, P. och BERGLUND, M., 2006. Environmental systems analysis of biogas systems—Part I: Fuel-cycle emissions. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 30, Nr. 5, s. 469–485.
- BÖRJESSON, P. och BERGLUND, M., 2007. Environmental systems analysis of biogas systems—Part II: The environmental impact of replacing various reference systems. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 31, Nr. 5, s. 326–344.
- BÖRJESSON, P., LANTZ, M., ANDERSSON, J., BJÖRNSSON, L., MÖLLER, B.F., FRÖBERG, M., HANARP, P., HULTEBERG, C., IVERFELDT, E., LUNDGREN, J., RÖJ, A., SVENSSON, H., och ZINN, E., 2016. *Methane as Vehicle Fuel—A Well-to-Wheel Analysis (METDRIV)*. f3, Nr. f3 2016:06.
- BÖRJESSON, P., LUNDGREN, J., AHLGREN, S., LANTBRUKSUNIVERSITET, S., och NYSTRÖM, I., 2016. *Dagens och framtidens hållbara biodrivmedel – i sammandrag*. Swedish Knowledge Centre for Renewable Transportation Fuels (f3), Nr. 2016:03.
- COMEAP, 2015. Statement on the evidence for the effects of Nitrogen Dioxide on Health.
- CUCURACHI, S., SCHIESS, S., FROEMELT, A., och HELLWEG, S., 2019. Noise footprint from personal land-based mobility. *Journal of Industrial Ecology*.
- EAST SWEDEN BUSINESS REGION, 2019. *Smart specialiseringsstrategi för Östergötland - Sammanfattning*. Region Östergötland.
- EKENER-PETERSEN, E., HÖGLUND, J., och FINNVEDEN, G., 2014. Screening potential social impacts of fossil fuels and biofuels for vehicles. *Energy Policy*, Vol. 73, Nr. Supplement C, s. 416–426.
- ENERGIMYNDIGHETEN, 2018a. Energiläget i siffror 2018.
- ENERGIMYNDIGHETEN, 2018b. *Drivmedel 2017 redovisning av uppgifter enligt drivmedelslagen och hållbarhetslagen*. Bromma, Sweden: Statens energimyndighet, Nr. ER 2018:17.

- EUROPEISKA KOMMISSIONEN, 2018. S3 Platform - Smart Specialisation Platform [internet]. *S3 Platform - About*. Tillgängligt: <http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/s3-platform> [Hämtad 2019-2-12].
- EUROPEISKA KOMMISSIONEN OCH RÅDET, 2009. *Directive 2009/30/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 amending Directive 98/70/EC as regards the specification of petrol, diesel and gas-oil and introducing a mechanism to monitor and reduce greenhouse gas emissions and amending Council Directive 1999/32/EC as regards the specification of fuel used by inland waterway vessels and repealing Directive 93/12/EEC*. 140.
- EUROPEISKA KOMMISSIONEN OCH RÅDET, 2015. *Directive (EU) 2015/1513 of the European Parliament and of the Council of 9 September 2015 amending Directive 98/70/EC relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources (Text with EEA relevance)*. 239.
- GRADIN, K.T., POULIKIDOU, S., BJÖRKLUND, A., och LUTTROPP, C., 2018. Scrutinising the electric vehicle material backpack. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 172, s. 1699–1710.
- HAGMAN, L. och EKLUND, M., 2016. *The role of biogas solutions in the circular and bio-based economy*. Linköping: Biogas Research Center (BRC), Nr. 2016:1.
- HAWKINS, T.R., SINGH, B., MAJEAU-BETTEZ, G., och STRØMMAN, A.H., 2013. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles. *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 17, Nr. 1, s. 53–64.
- HELMER, M. och HILHORST, D., 2006. Natural disasters and climate change. *Disasters*, Vol. 30, Nr. 1, s. 1–4.
- KHAN, M.I., YASMEEN, T., KHAN, M.I., FAROOQ, M., och WAKEEL, M., 2016. Research progress in the development of natural gas as fuel for road vehicles: A bibliographic review (1991–2016). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 66, s. 702–741.
- LANTMÄNNEN AGROETANOL, 2018. Etanol [internet]. *Etanol*. Tillgängligt: <https://www.lantmannenagroetanol.se/produkter/etanol/> [Hämtad 2018-5-30].
- LARSSON, K. och HOLMES, M., 2016. *Nyttoberäkningar av minskat buller från elbusstrafik i Göteborg*. Nr. 2016:89.
- L-B-SYSTEMTECHNIK, 2007. *HyWays - A European Roadmap*. Ottobrunn, Germany.
- LI, W., FAN, J., LI, W., och YUAN, H., 2013. Inhibitory mechanism of different treated manure biogas slurry on some fungi. *2013 International Conference on Materials for Renewable Energy and Environment*. Framlagd under 2013 International Conference on Materials for Renewable Energy and Environment, s. 959–962.
- LINDFORS, A., EKLUND, M., och PELTONEN RAMKVIST, E., 2018. *Östergötlands potential för biodrivmedelproduktion och utökad elektrifiering*. Linköping, Sweden.

- MAL, S., SINGH, R.B., och HUGGEL, C., red., 2018. *Climate Change, Extreme Events and Disaster Risk Reduction: Towards Sustainable Development Goals*. Springer International Publishing.
- MANZETTI, S. och ANDERSEN, O., 2015. A review of emission products from bioethanol and its blends with gasoline. Background for new guidelines for emission control. *Fuel*, Vol. 140, s. 293–301.
- MARTIN, M., SVENSSON, N., FONSECA, J., och EKLUND, M., 2014. Quantifying the environmental performance of integrated bioethanol and biogas production. *Renewable Energy*, Vol. 61, Nr. Supplement C, s. 109–116.
- MARTIN, M., WETTERLUND, E., PECK, P., HACKL, R., och HOLMGREN, K., 2017. *Environmental and socio-economic benefits of Swedish biofuel production*. The Swedish Knowledge Centre for Renewable Transportation Fuels, Nr. F3 2017:01.
- MESSAGE, M., 2014. *Life cycle Analysis of the Climate Impact of Electric Vehicles*. Brussel: Transport & Environment.
- NATURVÅRDSVERKET, 2018. Miljömålssystemets historia [internet]. *Naturvårdsverket*. Tillgängligt: <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/Miljomalssystemet/Miljomalssystemets-historia/> [Hämtad 2019-1-17].
- OUIS, D., 2001. Annoyance from road traffic noise: A review. *Journal of Environmental Psychology*, Vol. 21, Nr. 1, s. 101–120.
- PELTONEN RAMKVIST, E. och GUMAELIUS, M., 2018. *Drivmedelsstationer i Östergötland - En rapport om tillgängligheten till fossila och fossilfria drivmedel och reduktionsplikten*.
- PUGESGAARD, S., OLESEN, J.E., JØRGENSEN, U., och DALGAARD, T., 2014. Biogas in organic agriculture—effects on productivity, energy self-sufficiency and greenhouse gas emissions. *Renewable Agriculture and Food Systems*, Vol. 29, Nr. 1, s. 28–41.
- RAHMAN, M.M., STEVANOVIC, S., BROWN, R.J., och RISTOVSKI, Z., 2013. Influence of Different Alternative Fuels on Particle Emission from a Turbocharged Common-Rail Diesel Engine. *Procedia Engineering*, Vol. 56, s. 381–386.
- REGERINGEN OCH REGERINGSKANSLIET, 2013. Fossilfrihet på väg [internet]. *Regeringskansliet*. Tillgängligt: <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/statens-offentliga-utredningar/2013/12/sou-201384/> [Hämtad 2019-1-24].
- REGION SKÅNE, 2012. *Biogas, tillväxt och sysselsättning - effekter av färdplanen på produktion och från användning*. Stockholm.
- SCHNEIDER, F., KLÄY, A., ZIMMERMANN, A.B., BUSER, T., INGALLS, M., och MESSERLI, P., 2019. How can science support the 2030 Agenda for Sustainable Development? Four tasks to tackle the normative dimension of sustainability. *Sustainability Science*.
- SHANG, B., CHEN, Y., TAO, X., DONG, H., och HUANG, H., 2011. Inhibitory effect of biogas slurry from swine farm on some vegetable pathogen. *Shengtai Xuebao Acta Ecologica Sinica*, Vol. 31.

- SIEGMEIER, T., BLUMENSTEIN, B., och MÖLLER, D., 2015. Farm biogas production in organic agriculture: System implications. *Agricultural Systems*, Vol. 139, s. 196–209.
- SINGER, A., SCHRÖDER, O., PABST, C., MUNACK, A., BÜNGER, J., RUCK, W., och KRAHL, J., 2015. Aging studies of biodiesel and HVO and their testing as neat fuel and blends for exhaust emissions in heavy-duty engines and passenger cars. *Fuel*, Vol. 153, s. 595–603.
- SKOV, R.S.H. och IVERSEN, L.M., 2015. *Noise from electric vehicles - Measurements*. Danish Road Directorate.
- STATISTISKA CENTRALBYRÅN, 2018. Lönesummor, arbetsgivaravgifter och preliminär A-skatt från skattedeclarationerna (LAPS) inom näringslivet efter näringsgren SNI 2007, grov indelning. Kvartal 2008K1 - 2018K3 [internet]. *Statistikdatabasen*. Tillgängligt: [http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START\\_\\_AM\\_\\_AM0206\\_\\_AM0206A/LAPSKvGr07ny/](http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__AM__AM0206__AM0206A/LAPSKvGr07ny/) [Hämtad 2019-1-22].
- STEUBING, B., ZAH, R., och LUDWIG, C., 2011. Life cycle assessment of SNG from wood for heating, electricity, and transportation. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 35, Nr. 7, s. 2950–2960.
- SVERIGESMILJÖMÅL.SE, 2019. Sveriges miljömål - Sveriges miljömål [internet]. *sverigesmiljomal.se*. Tillgängligt: <http://sverigesmiljomal.se/miljomalen/> [Hämtad 2019-1-17].
- TILLVÄXTVERKET, 2018a. Breddat mått på regional utveckling [internet]. *BRP+ breddat mått på regional utveckling*. Tillgängligt: <https://tillvaxtverket.se/statistik/regional-utveckling/brp--breddat-matt-pa-utveckling.html> [Hämtad 2019-1-17].
- TILLVÄXTVERKET, 2018b. Östergötland - positiva attityder till företagande [internet]. *Lönesumma (bruttolön) per sysselsatt, kronor*. Tillgängligt: <https://tillvaxtverket.se/statistik/regional-utveckling/lansuppdelad-statistik/ostergotland.html> [Hämtad 2019-1-22].
- TILLVÄXTVERKET, 2018c. Smart specialisering [internet]. Tillgängligt: <https://tillvaxtverket.se/amnesomraden/regional-kapacitet/smart-specialisering.html> [Hämtad 2019-2-12].
- TILLVÄXTVERKET, 2019. Östergötland - positiva attityder till företagande [internet]. *Sysselsättningsgrad, andelen sysselsatta av befolkningen 15-74 år*. Tillgängligt: <https://tillvaxtverket.se/statistik/regional-utveckling/lansuppdelad-statistik/ostergotland.html> [Hämtad 2019-3-4].
- US DEPARTMENT OF ENERGY, 2008. *Effects of a Transition to a Hydrogen Economy on Employment in the United States: Report to Congress*.
- VIRGIN, K., 2018. Byt jobb och höj din lön! *Ingenjören*.
- VOJTÍŠEK-LOM, M., BERÁNEK, V., KLÍR, V., JINDRA, P., PECHOUT, M., och VOŘÍŠEK, T., 2018. On-road and laboratory emissions of NO, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> from late-model EU light utility vehicles: Comparison of diesel and CNG. *Science of The Total Environment*, Vol. 616–617, s. 774–784.

- VÄSTRA GÖTALANDSREGIONEN, 2012. *Sysselsättning inom biogasområdet i Västra Götaland - nuläge och prognos för år 2020.*
- WALLMARK, C., MOHSENI, F., och SHAAP, G., 2015. *Vätgasinfrastruktur för transporter: fakta och konceptplan för Sverige 2014-2020.* Stockholm, Sweden: SWECO, HIT Nr. 1.
- WORLD HEALTH ORGANISATION, 2011. *Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe.* Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2013. *Health effects of particulate matter.* Copenhagen, Denmark, Nr. ISBN 978 92 890 0001 7.