

Underlagsrapport Vägval 2030

Slutlig version 2019.02.05

Underlagsrapport Vägval 2030

2019-02-05

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Bakgrund	5
Syfte och metod	5
Resultat	6
Rekommendationer	7
Slutsatser	7
Lista på begrepp och förkortningar	9
1. Inledning	10
1.1 Bakgrund	10
1.2 Projektet <i>Vägval 2030</i>	10
1.3 Fokus i denna rapport	11
2. Utgångspunkter	13
2.1 Rapportens bidrag och mottagare	13
2.2 Utgångspunkter och definitioner	13
3. Metod	16
3.1 Avgränsningar och fokus i detta arbete	16
3.2 Mått och mätmetoder	19
3.3 Matchning av efterfrågan och produktion	21
3.4 Datakällor	22
3.5 Backcastinganalys och scenarier	23
3.5.1 Parametrar och effektmått som ingår i scenarioanalysen	25
3.5.2 Modellverktyg och kalibrering	26
4. Nulägesanalys av efterfrågesidan	29
4.1 Efterfrågesidans användning av förnybara drivmedel	29
4.1.1 Kollektivtrafiken och servicetrafikens drivmedelsanvändning	32
4.1.2 Utsläpp uppdelat på olika trafik- och fordonsslag	33
4.1.3 Kvinnor och mäns resvanor i länet	35
4.1.4 Fordonsflottan och växthusgasutsläpp i regionen	35
4.2 Prognosticerade utvecklingar	38
5. Nulägesanalys av produktionssidan	41
5.1 Produktion av biodrivmedel i Örebro län	41
5.1.1 Kompetens för produktion av förnybara drivmedel	42
5.2 Potential för biodrivmedelsproduktion från biomassa	42
5.2.1. Metod	43
5.2.2. Avgränsningar, begrepp och antaganden	43
5.2.3 Teoretisk och praktisk biomassapotentia l	44
5.2.4 Kartlagd biomassa	44
5.2.5 Potentialberäkningar	46
5.2.6 Potential per råvarubas	47
5.2.7 Potential för biodrivmedelsproduktion från biomassa i Sverige .	52
5.3 Ladd- och tankinfrastruktur för förnybara drivmedel	53
5.3.1 Laddinfrastruktur	53

5.3.2 HVO	58
5.3.3 FAME	59
5.3.4 Biogas	59
5.3.5 Etanol.....	60
5.3.6 Översigtskarta över tankinfrastruktur i Örebro län	61
6. Ideallägesanalys.....	63
6.1 Region Örebro läns klimatmål	63
6.2 Målläget för backcasting och scenarioanalys.....	63
7. Backcasting- och scenarioanalys.....	64
7.1. Backcastinganalys: Identifiering av sex scenarioprofiler	64
7.2 Resultat av scenarioanalysen	67
7.3 Implikationer och vägval.....	70
7.4 Några bilder av omställningen baserat på scenarierna	71
7.4.1 Omställningen av personbilar och framdrivningsteknologi	71
7.4.2 Omställningen av bussar och framdrivningsteknologi	72
7.4.3 Omställningen av lastbilar och framdrivningsteknologi.....	73
7.4.4 Omställningen av tvåhjulringar och framdrivningsteknologi.....	74
8. Diskussion och rekommendationer	75
8.1 Vägen mot omställning	75
8.2 Rekommendationer	75
8.3 Slutsatser: En utfasningsmodell	78
8.4 Avslutande reflektion om system och systemgränser	79
Litteraturförteckning	81
Bilagor	83
Bilaga 1: Underlag för potentialberäkningar.....	83
Jordbruk	83
Gödselmängder.....	89
Avfall	95
Skog.....	102
Skogsrester, GROT och stubbar	105
Bilaga 2: Infrastrukturkartläggning	110
Bilaga 3: Källor för biomassapotentiaalen.....	112
Litteraturförteckning biomassapotentiaal	112
Bilaga 4: Identifiering av målläge.....	115

Sammanfattning

Bakgrund

Projektet *Vägval 2030* är ett flerårigt projekt som pågår under perioden 2018-04-01 till och med 2020-05-31. Region Örebro län är projektägare med Örebro universitet och BioDriv Öst som partners.

Projektets övergripande mål är att accelerera utvecklingen mot en fossiloberoende fordonsflotta och minskad klimatpåverkan från transportsektorn i Örebro län med särskilt fokus på:

- Ökad andel hållbart producerade förnybara drivmedel av den totala drivmedelsanvändningen
- Minskad energianvändning inom transportsektorn

Denna rapport behandlar den del av projektet som analyserar efterfråge- och produktionssidan av transportsystemet med fokus på växthusgasutsläpp för att bidra med underlag till en fordons- och drivmedelsstrategi som hjälper region Örebro att nå utsläppsmålen 2030.

Syfte och metod

Syftet med denna del av projektet var att upprätta ett nuläge som kan nyttjas som utgångspunkt för ett antal scenarier som i sin tur ger förutsättningar för en diskussion av hur produktionen av drivmedel utvecklas och hur efterfrågan på transporter fördelas mellan olika fordonsslag och teknologier samt den klimateffekt som detta medför. Dessa scenarier ställs mot de klimatmål som riksdagen beslutade om i juni 2017, och som Region Örebro län ställer sig bakom: att växthusgasutsläppen från inrikes transporter ska minska med 70 procent år 2030 jämfört med år 2010. Målet med rapporten är att ge ett underlag för den strategi för ett hållbart transportsystem som RÖL skall utarbeta inom ramen för den senare delen av projektet *Vägval 2030*.

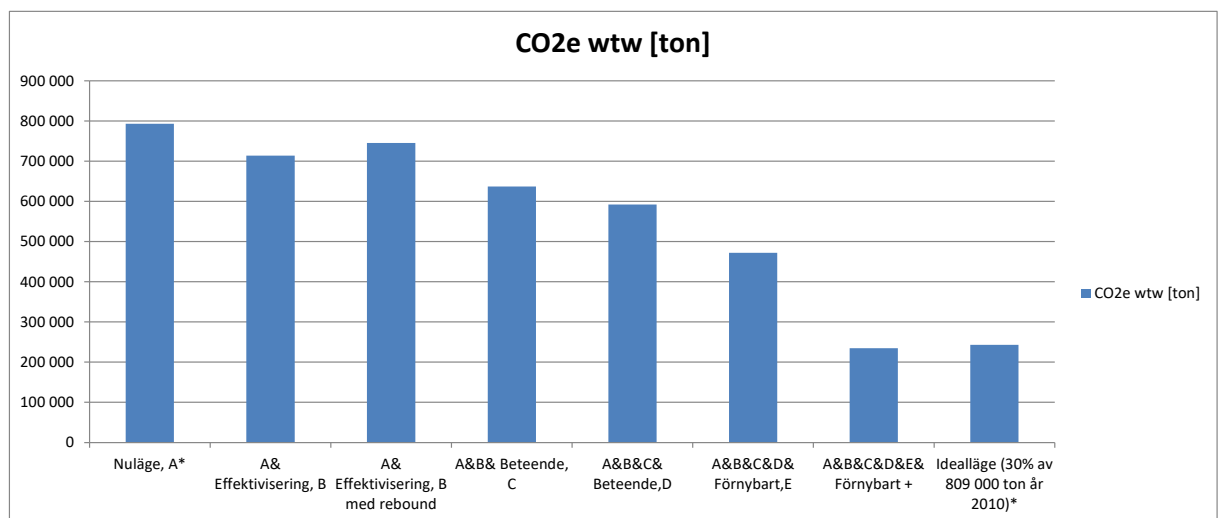
Identifieringen av de vägval som behöver göras för att nå målet om en fossiloberoende fordonsflotta 2030 görs genom att analysera det regionala transportsystemet i Örebro med avseende på växthusgaseffekter. Arbetet görs dels i termer av ett nuläge baserat på en nulägesanalys, dels i termer av ett idealläge baserat på en analys av regionens mål för CO₂-utsläpp från transportsektorn, dels i termer av en scenarioanalys baserat på olika variationer i ingångsparametrar som identifierar realistiska utvecklingar av transportsystemet och dess effekter på växthusgasutsläpp med hjälp av en back-casting metodologi. Resultaten kan sedan fungera som ingångsvärden i en gap-analys som i sin tur kan ligga till grund för formuleringen av en övergripande strategi för ett hållbart regionalt transportsystem 2030 och de vägval

som behöver göras för att nå dit i form av en drivmedels- och fordonsstrategi för en fossilfri fordonsflotta.

Resultat

I denna rapport identifieras sex scenarier som steg på vägen från ett nuläge till ett mål år 2030 i termer av ett idealläge och vidare mot en fossilfri transportsektor 2045 via en minskning av utsläppen med 70 procent 2030 från 2010-års nivå. Dessa sex scenarier är kumulativa och bygger på att olika åtgärder införs successivt och tillsammans skapar effekter. Detta gör att det sista scenariot innehåller alla de åtgärder som återfinns i de tidigare scenarierna (utom ett som vi återkommer till senare).

Nuläget utgör utgångspunkten i ett baslinje-scenario kallat 'Nuläge, A' och målet 2030 utgör ett Idealläges-scenario kallat 'Idealläge' som är det mål man skall nå. Däremellan identifieras alltså sex scenarier. Det första innefattar en effektiviseringsåtgärd enbart 'A & Effektivisering B'. Därefter görs ett scenario där en rekyl-effekt antas uppstå 'A & Effektivisering B med rebound'. Sedan kommer ett scenario där åtgärder i form av beteendeförändringar introduceras 'A&B& Beteende, C'. Sedan kommer ett scenario där de första beteendeförändringarna kompletteras med ännu större beteendeförändringar 'A&B&C& Beteende, D'. I detta scenario kompletteras de redan gjorda åtgärderna med åtgärder för förnybara drivmedel 'A&B&C&D& Förnybart, E'. Slutligen kompletteras detta scenario med ytterligare åtgärder för införandet av förnybara drivmedel i ett 'Förnybart +' -scenario 'A&B&C&D&E& Förnybart +'. Figuren nedan sammanfattar resultaten av backcasting- och scenarioanalysen.



Figur Sammanfattning: Resultatsammanfattning av backcasting- och scenarioanalysen. *Noterbart är att fokus här är ett livscykelperspektiv, wtw (well to

wheel) vilket inte gäller för officiell målsättning fram till 2030 utan officiell målsättning är ttw (tank to wheel). För 2045 är officiella klimatmålen wtW.

Vid analys har även diskrepans mellan officiell klimatrapporering och våra sammanställningar identifierats. Dessa avvikelser diskuteras separat i bilaga 4. Observera att staplarnas ordning vare sig är fix eller utgör någon tidsmässig indikering. Det enda tidsmässiga restriktion vi har är att alla åtgärder i alla scenarier måste genomföras och få effekt till 2030 *om* idealläget skall nås och målet hållas. Den tredje stapeln har dock en unik status i figuren. Den representerar scenariot med rekyl-effekten och efterföljande staplar bygger således *inte* på denna stapel utan på stapel nummer två i figuren.

Rekommendationer

Denna rapport ger tio rekommendationer baserat på den scenarioanalys som gjorts:

1. Identifiera systematiskt områden med rådighet och fokusera på dessa
2. Utöva systematisk påverkan nationellt och internationellt för att kunna genomföra de åtgärder som handlingsplanen kräver
3. Identifiera systematiskt de effekter som åtgärder i transportsystemet har på andra närliggande system och använd tillfälliga övergångslösningar för att mildra eventuella negativa konsekvenser
4. Identifiera systematiskt restriktioner från andra närliggande system på transportsystemet och vilka konsekvenser det får för implementeringen av specifika åtgärder
5. Givet den rådighet regionen kan ha, bidra till att skapa långsiktiga konsekventa spelregler för transportbranschen med avseende på omställningen mot en fossilfri sektor år 2030.
6. Ställ om bussflottan från dieseldrivna bussar till biogas- och el-drivna bussar. Detta minskar utsläppen i regionen med 10 242 ton CO₂e.
7. Etablera ett program för omställning till HVO100 i alla traktorer 2030. Detta minskar utsläppen i regionen med 94 734 ton CO₂e.
8. Initiera ett program för att stimulera omställning av lastbilar till biogas- och eldrivna fordon. Detta minskar utsläppen i regionen med 198 263 ton CO₂e.
9. Verka för minskad privatbilism genom att stimulera samåkning och färre körda kilometer
10. Stimulera omställningen till fler etanol-, biogas- och elfordon i regionen exempelvis genom att systematiskt verka för förbättrad tank- och laddinfrastruktur

Slutsatser

En bärande idé i detta arbete är att omställningen måste tillåtas innehålla intermediära (tillfälliga) lösningar i olika övergångsfaser. Det viktiga är dock att vi inte fastnar där och tycker att vi gjort tillräckligt med sådana intermediära åtgärder. De måste ses som en del i en utfasningsstrategi.

Genom att tillåta intermediära lösningar kan vi minska smärtan i övergången mot en fossilfri transportsektor i Region Örebro län år 2030. Men även med sådana övergångslösningar kommer övergången betyda omfattande och kännbara uppostringar och förändringar i beteende för såväl privatbilismen som yrkestrafiken och för såväl person som godstrafiken.

Det framstår som mycket tydligt att transportsektorn och energisektorn påverkar och interagerar med varandra. Detsamma gäller andra sektorer som exempelvis skogsindustrin. I vissa fall kan det till och med handla om att olika värden och värderingar står mot varandra i en given beslutssituation. Ett exempel är om viss biomassa skall användas för energiproduktion eller för att producera livsmedel. Det enkla svaret är att det skall användas på så sätt att vi får *maximal systemnytta*. Problemet är bara att då måste man precisera vad som ”systemet” och vad man menar med ”nytta” i detta system. Systemgränserna är således alltid problematiska och när än vi definierar den så gör vi en avgränsning som skapar effekter. Att vara medveten om dessa avgränsningar och dess effekter är helt avgörande för att minimera riskerna för suboptimeringar.

Lista på begrepp och förkortningar

Begrepp/ förkortning	Står för	Förklaring
CBG	Compressed Biogas	Komprimerad biogas
CNG	Compressed Natural Gas	Komprimerad naturgas
CO ₂ e	CO ₂ -ekvivalenter	En samlingsbeteckning för klimatpåverkande gaser som etan, metan och koldioxid, etc. Utläses som koldioxidekvivalenter
DME	Dimetyleter	Ett gasformigt drivmedel, främst ämnat för dieselmotorer. Ofta gjord av fossil naturgas i dag.
Drop-in bränsle		Förnybart bränsle som i olika (ibland relativt höga) volymer kan ingå i fossilt drivmedel utan att ändra standarden på drivmedlet i fråga.
FAME	Fatty-Acid-Methyl-Esther	Ett biodrivmedel som kan låg-inblandas i fossil diesel eller köras i ren form i något modifierade dieselmotorer
GHG	Green-house-gases	Växthusgaser. Mäts i CO ₂ e
HFO	Heavy Fuel Oil	Tung brännolja
HVO	Hydrogenated Vegetable Oil	Ett biodrivmedel som kan köras i existerande dieselmotorer utan anpassning
LBG	Liquefied Biogas	Flytande biogas
LNH	Liquefied Natural Gas	Flytande naturgas
MDO	Marine Diesel Oil	Marindiesel
MGO	Marine Gas Oil	Marin gas-olja
pkm	Person-kilometer	Enhet för mått på transportarbete i persontransporter
RUS	Regional Utveckling och Samverkan i miljömålssystemet	En regional samverkansorganisation
RÖL	Region Örebro län	Den administrativa region som detta arbete hänförs till
SMHI	Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut	Producerar bland annat klimatdata och väderleksrapporter
tkm	Ton-kilometer	Enhet för mått på transportarbete i godstransporter
ttw	Tank-to-Wheel	Mått på energiförbrukningen från bränsletanken till hjulen på ett fordon (det som man i dagligt tal kallar för ett fordon's bränsleförbrukning)
Växthusgaser		Samma som GHG
Wh	Watt-timmar	Mått på energi
wtt	Well-to-Tank	Systemavgränsning från energikällan till tanken i ett fordon
wtw	Well-to-Wheel	Systemavgränsning från energikällan till hjulen på ett fordon

1. Inledning

1.1 Bakgrund

I projektbeskrivningen till *Vägval 2030* återfinns följande bakgrundsbeskrivning.

”Transporter står för nästan 40 procent av Örebro läns koldioxidutsläpp. Med ett nationellt mål om att växthusgasutsläppen från inrikes transporter ska minska med minst 70 procent senast år 2030, och ett regionalt mål om fossiloberoende transporter i Örebro län till samma år, behöver samlade insatser ske redan nu. Frågor som behöver besvaras för att möjliggöra satsningar på fossilfria bränslen är vilka förnybara alternativ som är bäst för Örebro län utifrån ett hållbarhets- och regionalt utvecklingsperspektiv och i vilken utsträckning de finns att tillgå framåt.” (*Projektplan Vägval 2030* förkortad, s. 2).

Region Örebro län (RÖL eller 'region Örebro') har antagit mål för att nå en fossiloberoende fordonsflotta baserade på regeringens mål om att reducera växthusgas-utsläppen med 70 procent i perioden 2010 - 2030. Det som däremot saknas är en genomlysning av de vägval man nu står inför för att nå detta mål. Det finns inga enkla vägar framåt och det är inte heller alltid tydligt vilka vägar som står till buds, men i den mån dessa kan identifieras önskar regionen få utrett vilka de är och vad de innebär för att nå målet.

I början av 2018 formerades därför en projektgrupp för att arbeta med dessa frågor med RÖL som projektägare och BioDriv Öst, Sveriges Åkeriföretag och Örebro universitet som projektpartners. Denna rapport är ett resultat av en del av arbetet i projektet.

1.2 Projektet *Vägval 2030*

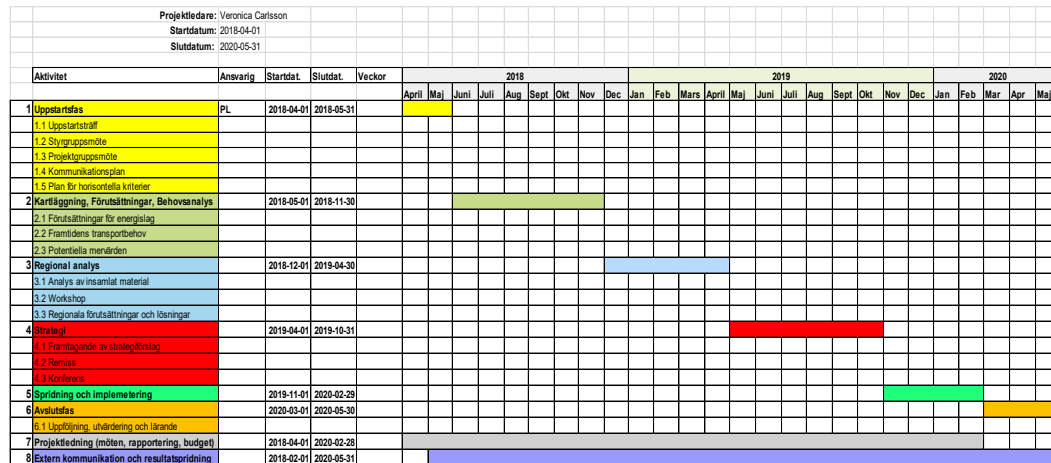
Projektet *Vägval 2030* är ett flerårigt projekt som pågår under perioden 2018-04-01 till och med 2020-05-31. Projektet finansieras av medel från Tillväxtverket, Region Örebro län och BioDriv Öst. Utförare är förutom Region Örebro län, Örebro universitet och BioDriv Öst.

Projektets övergripande mål är att accelerera utvecklingen mot en fossiloberoende fordonsflotta och minskad klimatpåverkan från transportsektorn i Örebro län med särskilt fokus på:

- Ökad andel hållbart producerade förnybara drivmedel av den totala drivmedelsanvändningen
- Minskad energianvändning inom transportsektorn

Projektets mål är därför att ta fram ett strategiskt arbetssätt där RÖL, länets kommuner och andra viktiga aktörer använder befintliga strukturer, styrmedel och verktyg för att nå det övergripande målet till år 2030.

Projektet är uppdelat i totalt 8 aktiviteter enligt Gantt-schemat i figur 1.1.



Figur 1.1. Gantt-schema över projektets plan och organisation. Källa: Region Örebro län, 2018-04-18.

Det som rapporteras här är arbetet i delaktivitet 2 ”Kartläggning, Förutsättningar, Behovsanalys” i figur 1.1 och det som i projektbeskrivningen återfinns under arbetspaket del 5. Målet med denna aktivitet är att göra en nulägesanalys, identifiera ett idealläge och utveckla ett antal scenarier mot en fossiloberoende fordonsflotta i Örebroregionen 2030.

1.3 Fokus i denna rapport

I denna rapport redovisar vi arbetet mot en fossiloberoende fordonsflotta som görs genom att analysera det regionala transportsystemet i Örebro med avseende på växthusgaseffekter. Arbetet görs dels i termer av ett nuläge baserat på en nulägesanalys, dels i termer av ett idealläge baserat på en analys av regionens mål för CO₂-utsläpp från transportsektorn, dels i termer av en scenarioanalys baserat på olika variationer i ingångsparametrar som identifierar realistiska utvecklingar av transportsystemet och dess effekter på växthusgasutsläpp med hjälp av en back-casting metodologi. Resultaten fungerar som ingångsvärden i en gap-analys som i sin tur ligger till grund för formuleringen av en övergripande strategi för ett hållbart regionalt transportsystem 2030 och de vägval som behöver göras för att nå dit i form av en drivmedels- och fordonsstrategi för en fossilfri fordonsflotta.

Syftet är att upprätta ett nuläge som kan nyttjas som utgångspunkt för ett antal scenarier som i sin tur ger förutsättningar för en diskussion av hur produktionen av drivmedel utvecklas och hur efterfrågan på transporter fördelas mellan olika fordonsslag och teknologier samt den climateffekt som detta har. Dessa scenarier ställs mot de klimatmål som riksdagen beslutade om i juni 2017, och som Region Örebro län ställer sig bakom: att växthusgasutsläppen från inrikes transporter ska minska med 70 procent år 2030 jämfört med år 2010. Målet med rapporten är att ge ett underlag för den strategi för ett hållbart transportsystem som RÖL skall utarbeta inom ramen för den senare delen av projektet *Vägval 2030*.

2. Utgångspunkter

Denna rapport täcker den del av projektet Vägval 2030 som handlar om efterfråge- och produktionssidan av transportsystemet med fokus på växthusgasutsläpp för att bidra med underlag till en fordons- och drivmedelsstrategi som hjälper region Örebro att nå utsläppsmålen 2030.

2.1 Rapportens bidrag och mottagare

I detta skede av projektet bidrar denna rapport med en kartläggning och behovsanalys utifrån regionens förutsättningar, produktion och användning av drivmedel i dagsläget. En nulägesanalys genomförs och sammanställs. Därtill analyseras framtida potentiella energi- och transportbehov, samt användning av drivmedel/biodrivmedel utifrån aktuell prognosticerad data baserad på officiell statistik som behandlats utifrån beprövade metoder. Parallellt med detta analyseras möjligheter att producera förnybara drivmedel lokalt kontra importbehov. Detta relateras till målbilden om en fossiloberoende fordonsflotta 2030. I projektplanen uttrycks detta på följande kärnfulla sätt: *”För att nå målet att skapa en mer fossiloberoende fordonsflotta i regionen så skall en gemensam och väl förankrad fordon- och drivmedelstrategi tas fram.”* (Projektplan Vägval 2030 förkortad, s. 1).

Därefter utförs en analys av resultaten som sammanställs i denna rapport och som kan utgöra underlag för utveckling av ett övergripande strategiförslag för regionen i samråd med aktuella aktörer och andra intressenter.

Rapportens mottagare är således primärt projektgruppen för *Vägval 2030* med dess organisationer men även regionen och regionens 12 kommuner samt övriga som är involverade i det fortsatta arbetet med att utveckla en fordons- och drivmedelsstrategi för en fossilfri fordonsflotta i regionen. Sekundära mottagare är de som har ett intresse i frågorna och som kan ha användning av projektets resultat eller metodologi i sina egna verksamheter. Detta kan vara kommuner, länsstyrelser, regioner, NGOs, eller företag som har ett intresse av eller existerar i det svenska transportsystemet och som särskilt intresserar sig för hållbarhetsfrågorna.

2.2 Utgångspunkter och definitioner

I arbetet med denna rapport har vi antagit ett antal ståndpunkter som är viktiga att ha med sig då man läser analys- och resultat-delarna. De handlar om hur vi definierar bränslen som ’hållbara’ eller ’icke-hållbara’ och vad vi menar med detta. Det som var hållbart för 25 år sedan är det inte i dag och det som ses som hållbart idag kanske inte gör det i morgon.

Vi särskiljer på bränslen och elektricitet som är antingen *finita* eller *förnybara*. Med finita bränslen menar vi fossil- eller uranbaserad elektricitet samt bränslen som baseras på råvaror och eller naturresurser som inte kan förnyas eller återskapas naturligt efter förbrukning. Det kan vara vilken vätska, gasformig substans, fast substans eller elektroner som helst som genererats av olja, naturgas (fossil), kol eller uran via en kärnreaktion.

Med förnybara bränslen menar vi förnybart producerad elektricitet samt bränslen som baseras på råvaror och eller naturresurser som kan förnyas eller återskapas naturligt efter förbrukning. Det kan vara vilken vätska, gasformig substans, fast substans eller elektroner som helst som genererats av vegetabilisk och animal biomassa, avfall, land-fyll, gödsel eller avloppsslam, vattenkraft, vindkraft, solenergi, samt våg- och havsenergi. Tabell 2.1. sammanfattar uppdelningen i finita och förnybara energikällor.

Tabell 2.1 Finita och förnybara energikällor och bränslen

<u>Finita energikällor</u>	<u>Förnybara energikällor</u>
Vätska, gasformig substans, fast substans eller elektroner som genererats av:	
• Olja	• Biomassa från växter och djur
• Fossil naturgas	• Avfall
• Kol	• Land-fyll
• Uran	• Gödsel
	• Avloppsslam
	• Vattenkraft
	• Vindkraft
	• Solenergi
	• Våg- och havsenergi (aero-, geo- och hydrotermisk)

Utöver dessa två energislag så finns blandbränslen. Det är bränslen som består av olika blandningar av förnybara och finita bränslen. Med den nyligen introducerade reduktionsplikten får all diesel som säljs i Sverige idag sägas utgöra ett sådant blandbränsle även om inblandningen är relativt låg¹. I andra fall kan inblandningen av förnybara bränslen vara högre. Vad gäller specifika bränslen så gör vi följande kategorisering (tabell 2.2).

¹ Dessa kallas ibland för 'låginblandade' bränslen. Icke att förväxla med s.k. 'drop-in' bränslen som är ett förnybart bränsle som i olika (ibland relativt höga) volymer kan ingå i fossilt drivmedel utan att ändra standarden på drivmedlet i fråga. I dag är diesel med FAME, bensin med etanol och naturgas med biogas några exempel på blandbränslen. Men även elproduktion med mixar från olika kraftstationer bör betraktas som blandbränslen, beroende på nationella produktionsförhållanden. I Sverige har vi en av världens miljöeffektivaste elproduktioner med en stor andel av elektriciteten producerad från förnybar energi såsom vattenkraft. Men vi har också en baskonsumtion av elektricitet som produceras med hjälp av kärnkraft (det som betecknas med 'uran' i Tabell 2.1). Kärnkraften står för över 40 procent av vår elkonsumtion och är den typ av el som är vår absoluta baslast (produktionen från kärnkraftverk varierar helst inte alls utan ligger på en konstant hög nivå).

Tabell 2.2 Olika bränsletyper. Källa: Bearbetad från Conlogic.

<u>Finita bränslen och elektricitet</u>	<u>Förnybara bränslen och elektricitet</u>
Diesel	Etanol ¹⁾
Bensin	FAME (Fatty Acid Methyl Esters) ¹⁾
Flytande naturgas (LNG)	HVO ²⁾
Komprimerad naturgas (CNG)	Flytande biogas (LBG)
Tung brännolja (HFO)	Komprimerad biogas (CBG)
Marindiesel (MDO)	Metanol ³⁾
Marin gas-olja (MGO)	Butanol ³⁾
JET A	Dimetyleter (DME) ³⁾
Flygfotogen	Vätgas ³⁾
Fossilbaserad elektricitet	Elektro-bränslen ⁴⁾
Kärnbaserad elektricitet	Förnybar bränslebaserad elektricitet
	Vatten, vind och solenergi

¹⁾Konventionella spannmålsbaserade biodrivmedel (ibland kallad för första och andra generationens biodrivmedel).

²⁾ Konventionella och avancerade spannmålsbaserade biodrivmedel (ibland kallad för tredje generationens biodrivmedel) gjort på avloppsslam, trämassa, alger, samt rester från pappers- och skogsindustrin såväl som från animalisk produktion (slakteriavfall).

³⁾Ofta gjord av fossil naturgas i dag. Vad gäller vätgas så är det dock ingen vätgas som används inom transportsektorn som är fossil. All denna ska enligt branschöverenskommelse vara grön vätgas.

⁴⁾Syntetiska kolväten

Detta tar vi som utgångspunkt i den modell vi utvecklat för de analyser som vi genomför vars design och innehåll vi ska återkomma till senare.

3. Metod

Här redovisar vi de överväganden som gjorts i arbetet. Dels handlar det om avgränsningar, dels om mått och mätmetoder, dels om tillvägagångssättet i analysen.

3.1 Avgränsningar och fokus i detta arbete

Detta arbete fokuserar på Örebroregionens transportsystem. Det medför åtminstone två viktiga avgränsningar som diskuteras nedan.

För det första görs en geografisk och administrativ avgränsning till Region Örebro (här efter kallat 'region Örebro'). Det betyder att vi söker i första hand data för denna region i olika datakällor. Avgränsningen låg i uppdraget, men är också av praktisk betydelse då den underlättar datainsamling eftersom statistik ofta redovisas på dessa administrativa nivåer. Man hade kunnat välja en annan nivå, ex, kommunal, men i detta arbete är analysnivån också vald till region Örebro som en del av uppdraget, varför detta alternativ inte är aktuellt.

Detta får som konsekvens att till exempel all transittrafik är borta ur analysen då vi utgår från data om fordonstyper som är registrerade i regionen och bränsleförbrukning baserat på förbrukningsstatistik från regionen. Regionen utgör på så sätt ramen för vad vi mäter. Detta bör man ha med sig när man tolkar resultaten från detta arbete. På samma sätt är all genomgående persontrafik exkluderad av samma skäl. Den huvudsakliga bevekelsegrunden för denna avgränsning är att det är inom regionen som man har rådighet över beslut som kan påverka hållbarheten i transportsystemet. Men vi ska återkomma till vad detta innebär då det handlar om hur man avgränsar det som vi hittills har kallat 'transportsystemet'

Vad gäller transportsystemet görs en principiell avgränsning. Transportsystemet kan definieras som:

Det system av infrastruktur, fordon, teknologier, information, värden, behov, efterfrågan och produktionsresurser som möjliggör flöden av gods och människor i en spatio-temporal geografi.

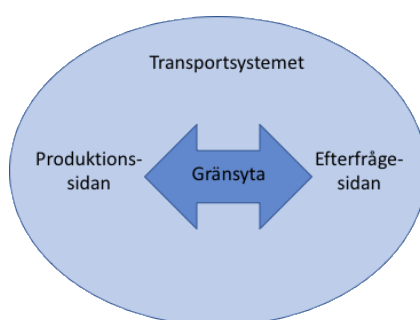
Det handlar alltså om ett socio-tekniskt-ekonomiskt system som har som syfte att hantera samhällets behov av att transportera gods och människor.

Den ”spatio-temporala geografi²” som i fråga här har redan identifierats till region Örebro under perioden 2019 - 2030.

Det socio-tekniska-ekonomiska system som är i fråga här kan förstås i termer av dels tekniska förutsättningar för flöden av gods och personer, dels de ekonomiska förutsättningarna för dessa flöden. I detta arbete förstås dessa som ett interaktivt nätverk av olika aktörer som använder olika teknologier för att skapa värden i ett ekonomiskt system

(Araujo & Easton, 1996; Arthur, 1999, 2009; Menger, 1871; Prenkert, 2017).

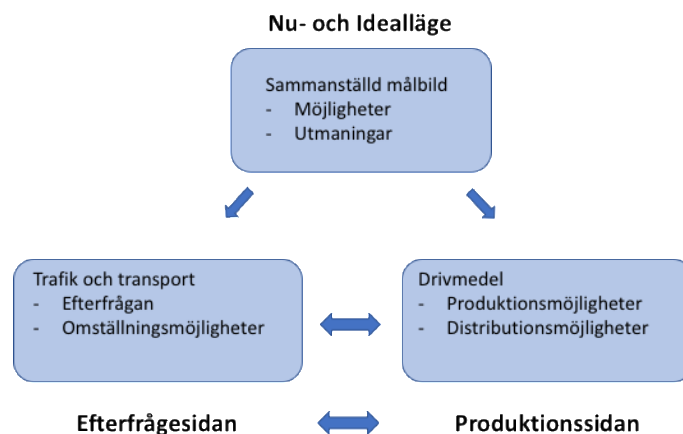
Principiellt kan systemet förstås som en gränsyta mellan en efterfrågesida och en utbuds- eller produktions-sida. Se figur 3.1.



Figur 3.1 En principiell bild av transportsystemet

Denna principiella karaktär gör att vi i detta arbete fokuserar på just gränsytan mellan produktions- och efterfrågesidan. Detta fokus ligger i vårt arbete med att matcha förutsättningarna i produktionssidan med efterfrågan på efterfrågesidan. I ett ekonomiskt system så sker denna matchning i de utbytesprocesser som kontinuerligt fortgår mellan ekonomiska entiteter i systemet (North, 1977; Rosenberg, 1982; Shaw, 1912). I detta fall handlar det om en scenarioanalys där vi manipulerar matchningen genom att variera olika parametrars ingångsvärden i en analys av möjliga framtida scenarier. Figur 3.2 illustrerar detta.

² 'Spatio' eller spatiell fokuserar på de tre rumsliga dimensionerna och har att göra med det fysiska rummet, dvs. geografin. 'Temporal' fokuserar på tidsdimensionen och har att göra med inom vilken tidsperiod något sker eller utförs. Kort sagt - det handlar om den rum-tid som preciserar ett givet fysiskt system så som ett geografiskt område som region Örebro.

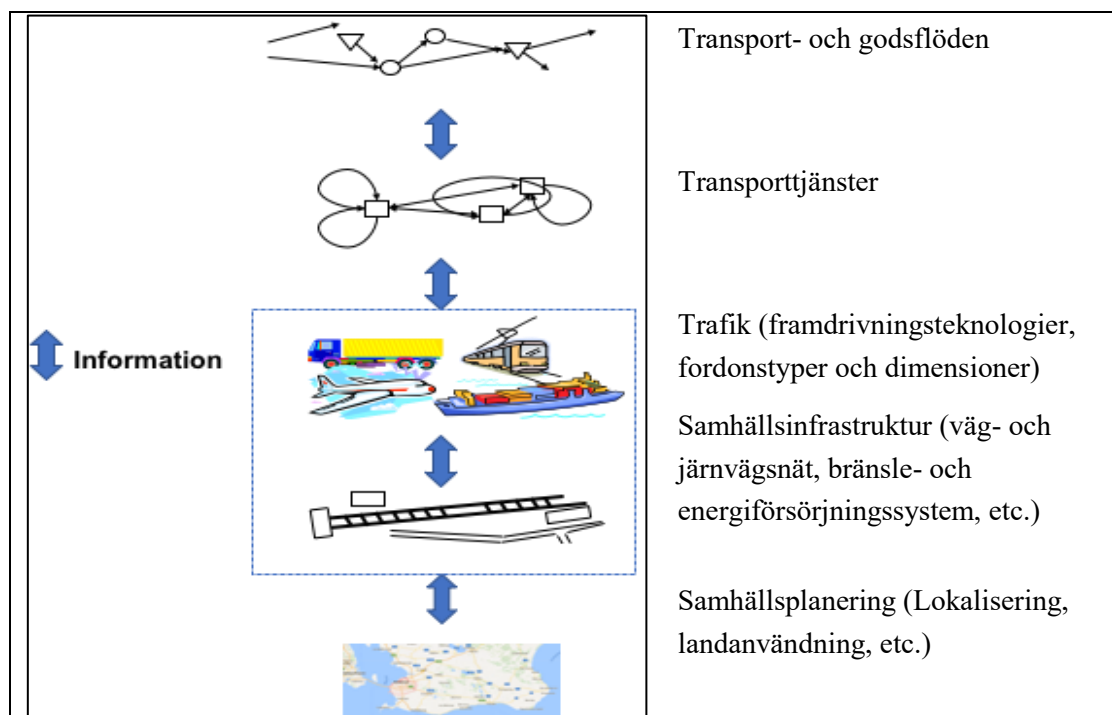


Figur 3.2 Matchning mellan efterfråge- och produktionssidan

Transportsystemet utgörs i detta arbete av såväl person- som godstrafik och innefattar alla trafikslag undantaget flyg och sjöfart. Flyget är undantaget som en del i uppdragsbeskrivningen och hanteras separat. Sjöfarten undantas eftersom region Örebro inte har några sådana flöden. Återstår gör således spårbunden trafik, väg, cykel och gångtrafik. Till detta kan läggas eventuell flygtrafik i den mån den kan kategoriseras som drönbaserad. Exempelvis pakettleveranser med drönare kan (men måste inte) vara en del av ett framtida hållbart transportsystem. Figur 3.3 visar en konkretiserad bild av transportsystemet. Fokus i detta arbete är på den blå rutan, det vill säga på trafik- och samhällsstrukturer av transportsystemet. Detta gör att vi fokuserar på fordonstyper och bränsleslag, framdrivningssystem och infrastruktur för produktion distribution och nyttjande av transporttjänster för person- och godstrafik.

Denna typ av fokusering och avgränsning är nödvändig för att kunna utföra en fokuserad analys av ett problem och är mycket vanlig i litteraturen³.

³ Se ex. Bramstoft, R., & Skytte, K. (2017). Decarbonizing Sweden's energy and transportation system by 2050. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 14, 3-20, eller Ammenberg, J., Anderberg, S., Lönnqvist, T., Grönkvist, S., & Sandberg, T. (2018). Biogas in the transport sector—actor and policy analysis focusing on the demand side in the Stockholm region. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 70-80.



Figur 3.3. Arbetets fokus i det konkreta transportsystemet. Källa: Anpassad från Conlogic⁴.

3.2 Mått och mätmetoder

I detta arbete ska vi mäta såväl efterfrågesidan som produktionssidan av ett regionalt transportsystem. Detta medför ett antal utmaningar avseende vilka mått man använder och hur dessa mäts och vad dessa mått representerar.

Efterfrågan representeras i detta arbete av de transportbehov som finns i regionen. Dessa transportbehov kan mätas på olika sätt⁵. Ett exempel kan vara att intervjua användare av transportsystemet för att få deras uppfattning om behovet. I detta arbete har denna metod inte använts. Vi har istället använt oss av tillgänglig officiell statistik över de fordon, fordonstyper och genomsnittliga transportsträckor och fyllnadsgrader samt sålda volymer av bränsle som finns att tillgå. Anledningen är att vi vill undvika respondentbias och de vinklingar som konsumenternas och användarnas egna bedömningar av behov och beteenden kan ge upphov till. Denna metod används för såväl efterfråge- som produktionssidan liksom i nulägesanalysen.

⁴ <https://www.conlogic.se/sv/>

⁵ För en insiktsfull diskussion se t. ex. Cottrill, C. D., & Derrible, S. (2015). Leveraging Big Data for the Development of Transport Sustainability Indicators. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 45-64.

I detta arbete har vi använt oss av två sätt att identifiera efterfrågan på transporter: ett sätt som utgår från försörjnings- eller produktionssidan och ett som utgår från efterfråge- eller användarsidan⁶. Först har vi utgått från data om försålda drivmedel i Örebroregionen. Dessa ger en indikator på efterfrågan på transporter. Fördelen är att denna indikator enkelt kan relateras till produktionssidan med produktion av biodrivmedel. Sedan har vi också utgått från data om antal fordon, sträckor och bränsleförbrukning på olika fordonstyper för att räkna fram en nivå på efterfrågan. Här mäts transportbehovet i termer av antal fordon som används i transportsystemet. På detta sätt approximeras efterfrågan med fordonstyp och antal i en analys av det totala behovet av transporter i regionen. Detta gör vi för att de åtgärder som används för att sänka växthusgasutsläppen ofta handlar om effektivare motorer, biodrivmedelsinblandningar, effektivare transportsystem och färre körda kilometer, etc. Dessa saker utgör alltså variabler eller parametrar som kan varieras i en analys av åtgärder som bidrar till en fossilfri fordonsflotta 2030. Av den anledningen har dessa parametrar inkluderats i modellverktyget som en central del av input-sidan och som möjliggör stor flexibilitet i scenarioanalys-arbetet.

En nackdel är att de två sätten att mäta eller estimerar efterfrågesidan inte alltid ger exakt samma resultat. Av den anledningen har vi vinnlagt oss om att matcha dessa två sätt att estimerar efterfrågesidan så långt det är möjligt. Även om 100-procentig matchning aldrig är möjlig på grund av inbyggda osäkerheter i de olika dataunderlagen beroende på osäkerhet i datainsamlingsmetodiken och olika definitioner på mått och olika mätinstrument så har vi siktat på så hög grad av samstämmighet som möjligt.

Detta är en fråga som endast berör nulägesanalysen, i vilken efterfrågesidan och produktionssidan har en naturlig matchning via det ekonomiska systemet och marknaden för olika bränslen och framdrivningsteknologier. Det är i replikeringen av detta nuläge i analysverktyget som vi matchat ihop dessa två sätt att estimerar efterfrågan på transporter i regionens transportsystem. I analysverktyget arbetar vi utifrån följande princip: transportefterfrågan omräknas till transportarbete i enheten pkm/tkm. Detta jämförs och kalibreras sedan mot den efterfrågan man får fram om man utgår ifrån statistik om levererad mängd drivmedel. På så sätt får vi dels ett enhetligt mått oavsett framdrivningsteknologi, motorteknik och drivmedel i verktyget, dels ett kvitto på realismen i verktyget. I analysverktyget beräknas transportsystemets efterfrågepotentialer och förbrukning i energi-enheter wtt fram till sista ledet på

⁶ Det är välkänt i litteraturen att båda dessa sätt existerar och det har debatterats vilket som bör styra över det andra. Senare forsknings visar dock att båda kan sammanfogas och användas integrerat i en bedömning av ett systems efterfrågefunktioner. Se t. ex. Akbarzadeh, M., Memarmontazerin, S., Derrible, S., & Salehi Reihani, S. F. (2017). The role of travel demand and network centrality on the connectivity and resilience of an urban street system. *Transportation*, 1-15.

efterfrågesidan då vi omvandlar till CO₂e wtw. Sammantaget ger detta alltså ett mått på systemeffekten wtw. Vid utvärdering och bedömning av energieffektivitet i olika fordonsslag och drivlinor används således ttw.

Enheten Wh wtt används för att kunna jämföra efterfrågesidan med utbudssidan som handlar om produktionskapaciteter och volymer i produktionssystemet för förnybara drivmedel, el och andra framdrivningsteknologier. Vi använder alltså energienheter för såväl produktions- som efterfrågesidan fram till sista ledet på efterfrågesidan då vi omvandlar till CO₂e wtw för att visa på klimateffekter. Tabell 3.1 visar de omräkningstal som använts i detta arbete fördelat på olika bränsleslag.

Tabell 3.1 Omräkningstal från energi till växthusgasutsläpp wtw

Bränslen	CO ₂ e wtw [kg/kWh]
Bensin	0,294
Diesel	0,289
Etanol	0,101
HVO SE mix	0,092
FAME	0,095
Övrigt	0,291
Förnybar el	0,008
Svensk elmix	0,1
CBG	0,046
CNG	0,248
LBG	0,05
LNG	0,266

Måttet ttw innebär exempelvis att eldrivna fordon betraktas generera noll utsläpp. I detta arbete har vi utgått från måttet wtw konsekvent för alla klimatmål. Långsiktighet torde vara viktigt i detta sammanhang och all form av prokrastinering bör undvikas så långt det är möjligt med tanke på den brådska som råder avseende transportsektorns omställning mot fossilfrihet. Av det skälet använder vi genomgående måttet wtw i sammanställningarna i detta arbete med *Vägval 2030*.

Behovet av att matcha efterfrågesidan (eller användarsidan) med produktionssidan (eller utbudssidan) av transportsystemet är huvudorsaken till att vi valt att arbeta med statistiska data. Vi samlar in data om såväl efterfrågevolymer som produktionsvolymer och matchar sedan dessa i scenarioanalyserna för att få fram scenarier som är realistiska med avseende på både efterfrågan och produktion.

3.3 Matchning av efterfrågan och produktion

Matchningen av efterfrågan och utbud är central i detta arbete. Själva matchningen görs i scenarioanalysen där olika parametrar (se avsnitt om faktorer som ingår i scenarioanalysen nedan) ställs in i olika kombinationer för att på så vis producera

olika scenarier. De parametrar som manipuleras handlar bland annat om fordonstyp, framdrivningsteknik och efterfrågan. Men hänsyn tas också till produktionssidans förmåga att tillhandahålla erforderliga volymer av biodrivmedel, etc.

Figur 3.4 visar analyslogiken i arbetet. Nuläget utgör en utgångspunkt eller baslinje för analysen och baseras på 2017 års data. Men i detta nuläge görs också en mer omfattande omvärldsanalys för att få med utvecklingen fram till denna utgångspunkt.

Del av transportsystemet	Nuläge	Idealläge	Scenarioanalys	Gap-analys
Produktionssidan	Utgångspunkt	Målbild	Vägar till målet	
Efterfrågesidan	Utgångspunkt	Målbild	Vägar till målet	

Figur 3.4 Arbetets struktur för analys och identifiering av gap

I idealläget identifieras den målbild som fastställts. Det handlar om att reducera växthusgasutsläppen med 70 procent från 2010-års nivå till 2030. Detta mål kvantifieras och sätts som mål för de efterföljande scenarioanalyserna i en backcasting analys. Mer om det nedan.

Denna kombinerade backcasting och scenarioanalys mynnar ut i en gapanalys där differensen mellan respektive scenario och målbilder kan preciseras. Åtgärder eller strategier kan sedan utformas baserat på de åtgärder som måste vidtas i respektive parameter för att nå målet.

Det är dessa systematiskt identifierade åtgärder som kan ligga till grund för formuleringen av en strategi och en handlingsplan mot ett fossilfritt transportsystem, dels i termer av en biodrivmedelsstrategi, dels i termer av en fordonsstrategi, eller hur man nu vill kombinera de olika parametrarna i analysen.

3.4 Datakällor

Kartläggningen av produktion av förnybara drivmedel fokuserar främst på produktion av biodrivmedel. I Örebro län produceras bara en typ av biodrivmedel och det är biogas. Uppgifter om biogasanläggningar är hämtade från Energimyndighetens rapport *Produktion och användning av biogas och rötresten år 2016*, samt Biogas Östs biogaskarta. Även elproduktion har kartlagts översiktligt. Produktion av el har beskrivits översiktligt utifrån SCB:s kommunala och regionala energistatistik.

Kartläggningen gällande användning av fossila och förnybara drivmedel i Örebro län baseras på SCB:s publikation *Oljeleveranser – kommunvis redovisning 2017*, som tas

fram i samarbete med Energimyndigheten. Vad gäller leveranser av fordonsgas har SCB:s publikation *Leveranser av fordonsgas länsvis, år 2017* använts som källa.

Kartläggningen av infrastruktur för tankning av biodrivmedel bygger på Biogas Östs biogaskarta och information om tankställen som finns på drivmedelsleverantörers hemsidor. Kartläggningen av laddinfrastruktur baseras på Föreningen Elbil Sverige:s databas *uppladdning.nu* som bygger på crowdsourcing.

Beräkningarna över biomassapotentialen i denna kartläggning bygger till största del på statistiska uppgifter som finns tillgängliga i olika statistiska underlag från myndigheter och branschorganisationer samt direktkontakt med vissa företag. En mer detaljerad metodbeskrivning för kartläggningen av biomassapotentialen finns i sektion 5.2 Potential för biodrivmedelsproduktion från biomassa.

I analyserna har vi använt oss av statistiska data om fordon, fordonstyper och genomsnittliga transportsträckor och fyllnadsgrader etc. Vi använder officiell statistik så mycket som möjligt. Framförallt använder vi statistik från Trafikanalys och SCB vad gäller förekomsten av olika typer av fordon i regionen, samt för skillnader mellan mäns och kvinnors resande och transportvanor.

Vidare använder vi data från Region Örebro län, bland annat insamlade till Regional Utveckling i Samverkan för miljömålen (RUS), SMHI, Länsstyrelsen i Örebro län och andra vederhäftiga källor för officiella data som är relevanta för projektet. Dessa datakällor är redovisade i anslutning till dess användning och återfinns i källförteckningen i slutet av rapporten.

3.5 Backcastinganalys och scenarier

I detta arbete använder vi oss av en kombination av backcasting och scenarioanalys. Detta är en beprövad metod som använts tidigare i sammanhang då man tagit fram färdplaner eller sk. pathways, för fossilfrihet⁷.

Backcasting betyder att man utifrån ett framtida väl definierat mål spårar bakåt till nutid genom att identifiera åtgärder som gör att man successivt närmar sig den

⁷ Broman G.I. och Robert K.-H. (2017). A framework for strategic sustainable development. *Journal of Cleaner Production* 140 (Part 1): 17-31. För några exempel på andra arbeten som använt denna metodik se, Ny, H., Borén, S., Nurhadi, L., Schulte, J., Robert, K.-H., & Broman, G. (2017). *Vägval 2030 - Färdplan för snabbomställning till hållbara persontransporter*. Research Report Nr. 2017:01. Karlskrona: Blekinge Tekniska Högskola. Scania (2018). *The Pathways Study: Achieving fossil-free commercial transport by 2050*. Södertälje: Scania AB. Kan laddas ned från: <https://www.scania.com/group/en/wp-content/uploads/sites/2/2018/05/white-paper-the-pathways-study-achieving-fossil-free-commercial-transport-by-2050.pdf>

nuvarande existerande situationen⁸. I detta fall är målet otvetydigt: 70 procent minskning av utsläpp av CO₂e wtw från transportsektorn i Örebroregionen 2030 jämfört med 2010 års nivå. I detta arbete har vi sedan utifrån detta mål stegat oss bakåt till nutid genom att identifiera ett antal åtgärder som kan vidtas för att ”landa” i dagens nivåer som utgör ett nuläge baserat på data från 2017 (i något undantagsfall har data från 2016 använts som approximation om data från 2017 saknats).

Arbetet kan delas upp i fyra delar:

1. Identifiering av målläget. Detta kan innehålla olika omfattning av visionsarbete. I detta arbete gavs målet av det klimatpolitiska ramverket om en reduktion av växthusgasutsläppen från transportsektorn med 70 procent från 2010-års nivå till 2030.
2. Definiering av nuläget. Detta gavs av dagens utsläppsnivåer och transportarbete utifrån den statistik som fanns tillgänglig från exempelvis SCB, Trafikanalys, Jordbruksverket, etc. så som redovisats ovan. Nulägesåret fastställdes till 2017 med något undantag.
3. Utveckla lösningar i form av identifiering av åtgärder. I detta arbete arbetade vi med att identifiera lösningar som dels var rimliga och realistiska, dels hade effekt på växthusgasutsläppen. Dessa lösningar översattes till variabler som vi modellerade i en analysmodell som beräknade effekterna med avseende på växthusgasutsläppen givet de restriktioner och ingångsvärden som modellen baserades på. På detta sätt byggdes en ”kontrollpanel” med ”rattar” som vi kunde skruva på i modellen. Sedan identifierade vi olika kombinationer av inställningar på rattarna i kontrollpanelen - dvs. olika kombinationer av parameterinställningar som gav olika nivåer på utfall i termer av minskade CO₂e-utsläpp.
4. Scenarier och vägvalsanalys. I denna del av arbetet samlade vi ett antal kombinationer av parametrar som tillsammans utgör åtgärdspaket som kan införas och som regionen har rådighet över för att nå målet 2030. Dessa scenarier utgår således ett antal vägval som kan och måste göras för att nå 2030-målet, givet de restriktioner och begränsningar som finns i modellen och som diskuterats tidigare. En sådan restriktion som inte redovisats tidigare är att transportvolymerna och tillhörande trafik har hållits relativt konstant i analysen. Detta är inte ett sannolikt scenario men valdes som grund för att överhuvudtaget kunna nå 2030-målet på ett realistiskt sätt. Detta antagande utgör i sig en utmaning för branschen och regionen.

⁸ Se exempelvis, Robinson, J., (1990). Future under glass – A recipe for people who hate to predict. *Futures* 22(9): 820-843 eller Höjer, M., Mattsson, L-G. (2000). Determinism and backcasting in future studies. *Futures* 32(7): 613-634.

Vidare skall det noteras att våra mätningar endast omfattar fordon och drivmedel i offentlig statistik. Förmodligen finns en stor förbrukning och utsläpp som härrör från trafik som passerar regionen som därmed exkluderas. Å andra sidan kör en hel del fordon in i regionen som har tankats någon annanstans vilket torde kompensera detta något. Över tid och över en större geografi kan möjligen dessa effekter i princip antas ta ut varandra, eller åtminstone mitigera effekten, men några säkra data har vi inte i detta arbete vilket gör att resultaten bör tolkas med försiktighet.

Varje scenario består av en unik uppsättning ingångsvärden i dessa parametrar. Alla scenarier innehåller samma parametrar, men dess ingångsvärden varierar från scenario till scenario. Den unika uppsättning ingångsvärden i parametrarna kallas för scenariots profil. I inledningen av varje scenario redovisas denna profil. Med detta arbetssätt säkerställer vi ett fokus avseende de dimensioner eller aspekter som betonas (som uttrycks i vilka parametrar som inkluderas) samtidigt som vi får jämförbarhet mellan *olika* scenarier (som således karaktäriseras av de ingångsvärden de har i parametrarna).

3.5.1 Parametrar och effektmått som ingår i scenarioanalysen

I flera större nationella utredningar⁹ som behandlar frågan om hur utsläppen av växthusgaser från Sveriges transporter ska kunna minska kraftigt har det konstaterats att det behövs insatser inom fyra olika åtgärdsområden. Dessa är:

- Energieffektivare motorer
- Beteendeförändringar map trafikslag samt utnyttjandegrad
- Elektrifiering
- Förnybara drivmedel

Utifrån dessa fyra områden har vi identifierat fem parametrar som tillsammans reflekterar dessa och som återges i Tabell 3.2.

Tabell. 3.2 Parametrar och output-variabler i scenarioanalysen

	FÖRKLARING	MÅTT/INDIKATOR	ENHET
INPUT-PARAMETER			
P ₁ FORDONSTYP	Någon av de kategorier som återfinns i figur 4.1. samt tåg och cykel	Antal	st
P ₂ MOBILITETSTYP	Gods eller persontrafik	Typ	Kategori
P ₃ FRAMDRIFTSTEKNIK	Typ av drivmedel och dess andel i den specifika tekniska framdrivningslösningen	Typ, andel, och bränsle/energi-förbrukning	Kategori; %; l/km; kg/km; kWh/km
P ₄ KÖRSTRÄCKA	Den genomsnittliga körsträckan i regionen	Årssträcka	km

⁹ Bl.a. SOU 2013:84 - *Fossilfrihet på väg*, SOU 2016:47 - *En klimat- och luftvårdsstrategi för Sverige och Energimyndigheten m.fl.*, 2017 - *Strategisk plan för omställning av transportsektorn till fossilfrihet*.

P₅ BELÄGGNINGSGRAD	Den genomsnittliga beläggningsgraden i regionen	Beläggningsstal	%
OUTPUT-VARIABLER (EFFEKTMAÅTT)			
E₁ TOTAL ENERGI	Den totala energi som krävs för transportarbetets genomförande	Antal	MWh
E₂ VÄXTHUSGAS-UTSLÄPP	De totala växthusgas-utsläppen	Antal (wtw)	CO ₂ e
E₃ TRANSPORTARBETE	Antal personer och antal ton gods transporterat per år	Antal	pkm; tkm

Parametern *Fordonstyp* [**P₁**] utgör variabler rörande energieffektiva fordon. Vi gör distinktioner mellan olika fordonstyper med olika energieffektivitet. Parametern *Framdriftsteknik* [**P₃**] utgör variabler rörande förnybara drivmedel. Vi gör distinktioner mellan olika typer av förnybara drivmedel och framdriftstekniker. Tillsammans betecknar dessa variabler den transportteknologi som transportsystemet använder sig av. Parametrarna *Mobilitetstyp* [**P₂**], *Körsträcka* [**P₄**] och *Beläggningsgrad* [**P₅**] utgör variabler rörande transporteffektivitet som sammantaget representerar transportsystemets transporteffektivitet.

Effektvariablerna utgör outputvariabler och dessa beräknas utifrån de värden som sätts som ingångsvärden i inputparametrarna. För varje scenario i scenarioanalysen identifieras en unik uppsättning ingångsvärden i inputparametrarna som kallas för scenariots profil. Denna profil representerar scenariots konfiguration av inputparametrar och varje sådan profil och scenario genererar en unik output i form av unika effektmått.

I den analysmodell vi utvecklat här mäter vi resultaten av respektive profil i tre effektvariabler. *Total energi* [**E₁**] redovisar den totala energi som krävs för att utföra det *Transportarbete* [**E₃**] som profilen genererar. Detta transportarbete genererar också en total mängd växthusgasutsläpp som mäts i den effektvariabeln [**E₂**].

3.5.2 Modellverktyg och kalibrering

Det modellverktyg som vi utvecklat och använder i scenarioanalysen består av två principiella huvuddelar. En input-del och en outputdel. Inputdelen innehåller de fem parametrar [**P₁ – P₅**] som diskuterats tidigare och output-delen de tre effektvariabler [**E₁ - E₃**] som också diskuterats tidigare. Figur 3.5. visar en skärmbild på en del av modellen med dess input- och output-del, dess parametrar samt effektmått.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Fordonstyp	Framdrivning	Antal	Drivmedel	Andel [%]	FC [l/km]	FC [kg/km]	EC [kWh/km]	Årssträcka [km]	Totalvtt [MWh]	CO2e wtv [ton]	Belägg ning	Transportarbete [pkm/tkm]
1	Personbil	Tändstift	88374	Bensin	0,9	0,06			10000	422684,0046	124077,096	1,2	1060488000
2				Etanol	0,1	0,06			10000	31381,6074	3181,464		
3		Tändstift	7555	E85	0,85	0,08			10000	30404,84567	3082,44	1,2	90660000
4				Bensin	0,15	0,08			10000	8029,957667	2357,16		
5		Tändstift	1341	CBG	0,5		0,04		10000	3576	357,6	1,2	16092000
6				CNG	0,5		0,04		10000	3576	11672,064		
7		Tändstift med HEV	1993	Bensin + el	0,9	0,055			10000	8737,959725	2564,991	1,2	23916000
8				Etanol	0,1	0,055			10000	648,7381083	65,769		
9		Tändstift med PHEV	437	Bensin	0,77	0,05			10000	1490,183353	437,437	1,2	5244000
10				Etanol	0,09	0,05			10000	116,384025	11,799		
11				Svensk elmix	0,15			0,17	10000	111,435	11,1435		
12		Kompression	48767	Diesel	0,73	0,045			10000	157037,878	46097,80274	1,2	585204000
13				FAME	0,07	0,045			10000	14337,498	1367,182845		
14				HVO SE mix	0,2	0,045			10000	41939,62	3862,3464		
15		Kompression med HEV	0	Diesel & el	0,73	0,04			10000	0	0	1,2	0
16				FAME & el	0,07	0,04			10000	0	0		
17				HVO SE mix & el	0,2	0,04			10000	0	0		
18		Kompression med PHEV	0	Diesel	0,58	0,035			10000	0	0	1,2	0
19				FAME	0,07	0,035			10000	0	0		
20				HVO SE mix	0,2	0,035			10000	0	0		
21				Svensk elmix	0,15			0,17	10000	0	0		
22		Elmotor	179	Svensk elmix	1			0,17	10000	304,3	304,3		
23		Övriga	4	Övrigt	1	0,06			10000	22,39183333	6,51875002	1,2	48000
24	Bussar	Kompression	366	Diesel	0,73	0,35			31200	28600,23412	8256,823848	15	171288000
25				FAME	0,07	0,35			31200	2611,1904	248,995656		
26				HVO SE mix	0,2	0,35			31200	7638,176	703,42272		
27		Elmotor	0	Förnybar el									
28				Svensk elmix									
29													
30													
31	MC	Tändstift	9447	Bensin	0,9	0,01			700	527,1473235	154,74186	1	6612900
32				Etanol	0,1	0,01			700	39,1373465	3,96774		
33		Elmotor	0	Förnybar el									
34				Fossil el									
35				Svensk elmix									
36	Moped	Tändstift	2516	Bensin	0,9	0,005			500	50,140735	14,7186		
37				Etanol	0,1	0,005			500	3,722631667	0,3774		
38		El	0	Förnybar el									
39				Svensk elmix									
40				Nukleär el									
41	Traktorer	Kompression	11915	Diesel	1	0,3			13000	455513,9252	131505,855	1	154895000
42	Snöskotrar	Tändstift	1919	Bensin	0,9	0,015			500	114,7298138	33,67845		
43				Etanol	0,1	0,015			500	8,51796125	0,86355		
44	Terränghjulingar	Tändstift	2902	Bensin	0,9	0,015			500	173,4996975	50,9301		
45				Etanol	0,1	0,015			500	12,8812525	1,3059		
46	Terrängskotrar	Tändstift	65	Bensin	0,9	0,015			500	3,88610625	1,14075		
47				Etanol	0,1	0,015			500	0,28851875	0,02925		
48	Cykel	Muskelkraft	10000	Mänsklig kraft					800			1	
49		El	500	Förnybar el					1200			1	
50				Fossil el									
51				Svensk elmix									
52	Passagerartåg	Elmotor	20	Förnybar el	1			18	60000	21600		150	180000000
53				Svensk elmix	0			18	60000	0			
54	Summa resor									1241296,28	340433,9651		
55	Summa förnybart									154340,9991			
56	Andel förnybart									0,124338566			

Figur 3.5 Skärmbild från modellverktyget för backcasting och scenarioanalys

Modellverktyget fungerar som en beräkningsmodell och ger inget större utrymme för mer avancerade dynamiska icke-linjära simuleringar men räcker väl för syftet i detta projekt. Genom att mata in olika profiler av ingångsvärden i parameterdelen genereras unika outputkonfigurationer i effektvariablerna. Dessa resultat beskriver växthusgaseffekten av en given konfiguration av åtgärder på inputsidan som beskrivet i avsnittet ovan. På detta sätt kan effekter av olika åtgärder i form av kombinationer av parametrar beräknas och användas som ett verktyg för backcasting.

På detta sätt kan verktyget användas för att generera ett antal olika scenarier, av vilka vi identifierat fyra som särskilt relevanta och intressanta. Profilerna på dessa scenarier redovisas och motiveras i anslutning till respektive scenario i scenarioavsnittet.

Men för att säkerställa kvalitén i analyserna och för att inte generera utfall som ligger utanför det produktionssidan kan leverera i form av biodrivmedel, etc. så

genomfördes ett långtgående kalibreringsarbete av modellen. Arbetet gick ut på att säkerställa att modellen gav samma utfall för en given transportvolym om beräkningen baserades på produktions- eller användnings- (efterfråge-)data. Dessa kontroller gjordes mot de olika drivmedelsslagen som inkluderats i analysen genom att resultatet av energianvändningen mätt i GWh såväl som växthusgasutsläppen mätt i ton CO₂e jämfördes för respektive drivmedelsslag (se raderna 2-13 i Tabell 3.3) såväl som totalt för regionen (raderna 14-15 i Tabell 3.3).

Tabell 3.3 Avvikelseanalys av den kalibrerade analysmodellen

Drivmedel	Drivmedelsleverans	Trafikanvändning*	CO ₂ e-faktorer	CO ₂ e (drivmedelsleverans)	CO ₂ e (trafikanvändning)*
	GWh	GWh*	[kg/kWh]	[ton]	[ton]
Bensin	853,1	853,1	0,293545757	250 430	250 430
Diesel	1367,9	1648,2	0,288697771	394 903	475 843
Naturgas	0,2	0,2	0,248	57	57
Etanol låginblandad	41,9	41,9	0,101379893	4 245	4 245
ETBE låginblandad	2,4	2,4	0,101379893	244	244
FAME låginblandad	86,9	86,9	0,095357143	8 287	8 287
HVO låginblandad	293,2	293,2	0,092093023	26 998	26 998
Etanol i E85	7,2	7,2	0,101379893	735	735
FAME	10,9	10,9	0,095357143	1 042	1 042
HVO	250,7	250,7	0,092093023	23 084	23 084
Biogas	46,1	46,1	0,046	2 121	2 121
El	1,0	39,9	0,008	8	319
Summa	2961,5	3280,7		712 154	793 405
Summa modell	3252,5	3252,5		842 861	842 861
Avvikelse	-9%	1%		-16%	-6%
* Korrigerat med tillägg av traktor (280 GWh) samt att eltåg (39 GWh) lagts till					

Här kan noteras att de värden som finns på rad 14 'Summa' skiljer sig åt mellan kolumnerna 'Drivmedelsleverans' som alltså är produktionssidans data och 'Trafikanvändning' som alltså är användarsidans data. Detta beror på att på produktionssidan saknades data för energianvändning från traktorer och elektriska tåg i regionen som framgår av fotnoten. Då produktionssidans data kompenseras för avsaknaden av dessa data blev avvikelsen mycket liten för att inte säga obefintlig vilket visar att vi har en kalibrerad modell där produktions- och användarsidorna är matchade (se rad 15 'Summa modell' och rad 16 'Avvikelse' i Tabell 3.3.).

På basis av kalibreringen av de två separata dataseten bedömdes utifrån detta analysmodellen tillräckligt rimlig för att justera i trafik och transport med avseende på:

- Effektivare motorer
- Beteendeförändringar med avseende på trafikslag samt utnyttjandegrad
- Elektrifiering
- Förnybara drivmedel

4. Nulägesanalys av efterfrågesidan

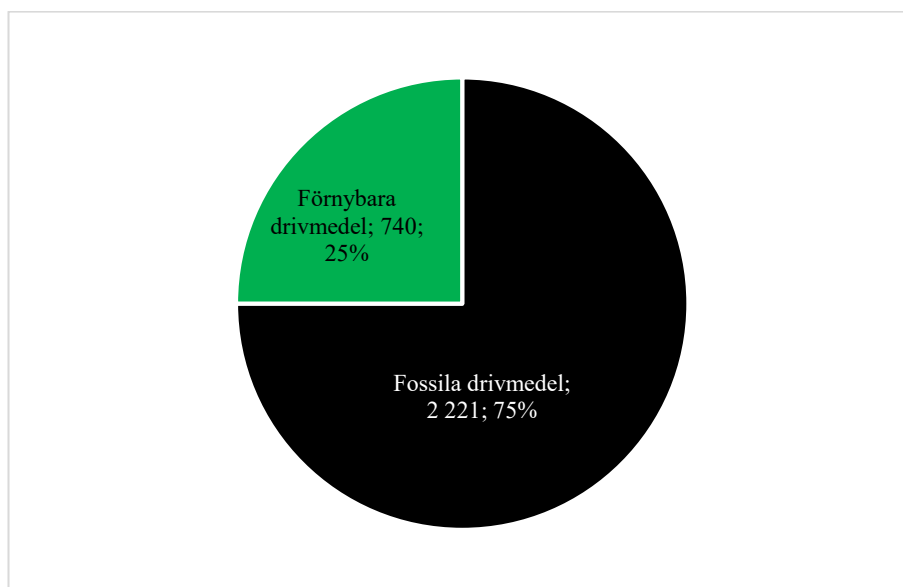
Denna nulägesanalys består av två huvuddelar. Först en del som baseras på efterfrågesidan, d.v.s. leveranser av drivmedel samt antalet fordon och fordonstyper som de facto finns i trafik i region Örebro i dag. Därefter kommer en del som redovisar nuläget baserat på produktionssidan av drivmedel. Dessa två sidor ger en sammansatt, men relativt samstämmig bild av nuläget.

4.1 Efterfrågesidans användning av förnybara drivmedel

Efterfrågan representeras i detta arbete av de transportbehov som finns i regionen. Dessa transportbehov kan mätas på olika sätt som redan nämnts i metodavsnittet. I detta arbete redovisas transportbehovet dels i termer av drivmedelsanvändning dels i termer av antal fordon som används i transportsystemet. På detta sätt ges två något olika bilder av efterfrågan som redan nämnts i metoden. I analysverktyget matchas dessa ihop till en samlad profil av ett nuläge. För ytterligare detaljer se metodavsnittet (sektion 3.2.).

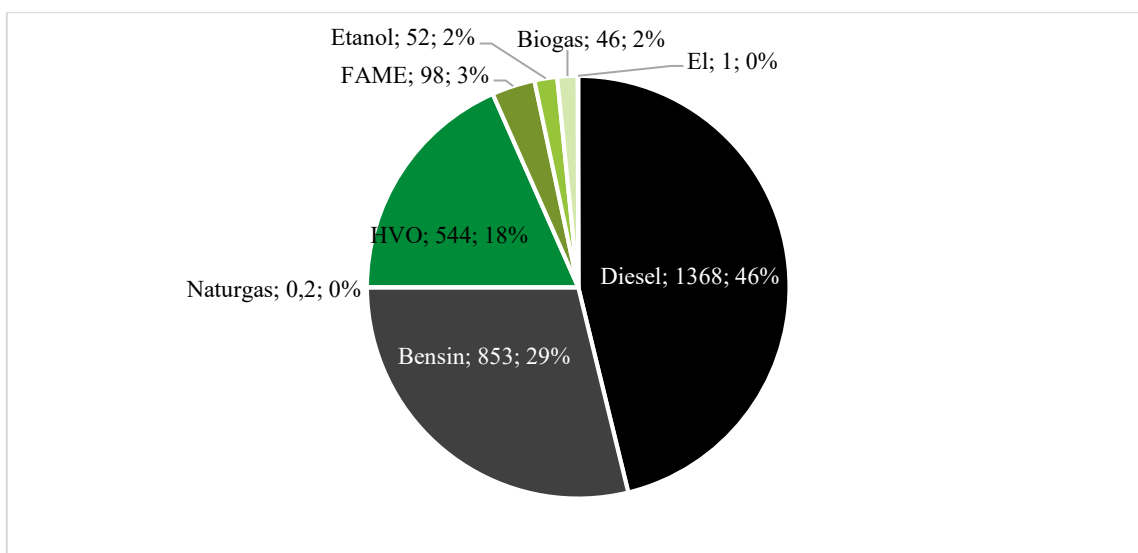
Det senaste året som det finns heltäckande tillgänglig statistik för vad gäller användning av drivmedel är 2017. År 2017 levererades 2 961 GWh drivmedel till transporter inom Örebro län.¹⁰ Av dessa var 2 221 fossila drivmedel och 740 GWh förnybara drivmedel, vilket innebär att andelen förnybara drivmedel stod för 25,0 procent (figur 4.1). Det är något högre än andelen förnybart av de totala drivmedelsleveranserna i hela Sverige, som var 21,6 procent år 2017.

¹⁰ Energimyndigheten och SCB – Oljeleveranser – Kommunvis redovisning 2017. I SCB/Energimyndighetens statistik ingår användning av arbetsmaskiner, detta har dock i denna redovisning dragits bort, med schablonberäkning på hur mycket drivmedel arbetsmaskiner använder på nationell nivå (0,8 procent av all bensin och 12,7 procent av all diesel). Mängden levererat drivmedel speglar inte exakt hur mycket av drivmedlet som faktiskt *använts* inom Örebro läns gränser, men det är sannolikt det bästa av tillgängliga mått på hur mycket drivmedel som *förbrukas* inom länet.



Figur 4.1 Andel fossila och förnybara drivmedel av total levererad mängd drivmedel i Örebro län 2017 (GWh / %).

De 740 GWh förnybara drivmedlen som levererades i Örebro län 2017 fördelar sig enligt följande: 544 GWh HVO, 98 GWh FAME, 52 GWh etanol, 46 GWh biogas och 1 GWh el. Figur 4.2 redovisar den procentuella fördelningen av drivmedel i Örebroregionen.



Figur 4.2 Fördelning av fossila och förnybara drivmedel av total levererad mängd drivmedel i Örebro län 2017 (GWh / %).

Låginblandningen av förnybara drivmedel i fossil diesel och bensin gör att konventionella fordon byggda för drift med diesel och bensin körs på en viss andel förnybart. Av den totala mängden förnybara drivmedel som levererades i Örebro län 2017 var 424 GWh (57 procent) låginblandat i fossil diesel och bensin. Av den totala

mängden HVO var 293 GWh (54 procent av all HVO) låginblandat i diesel. Av den totala mängden FAME var 87 GWh (89 procent) låginblandat i diesel. Låginblandning av etanol i bensin stod för 44 GWh (85 procent) av den totala mängden levererad etanol.

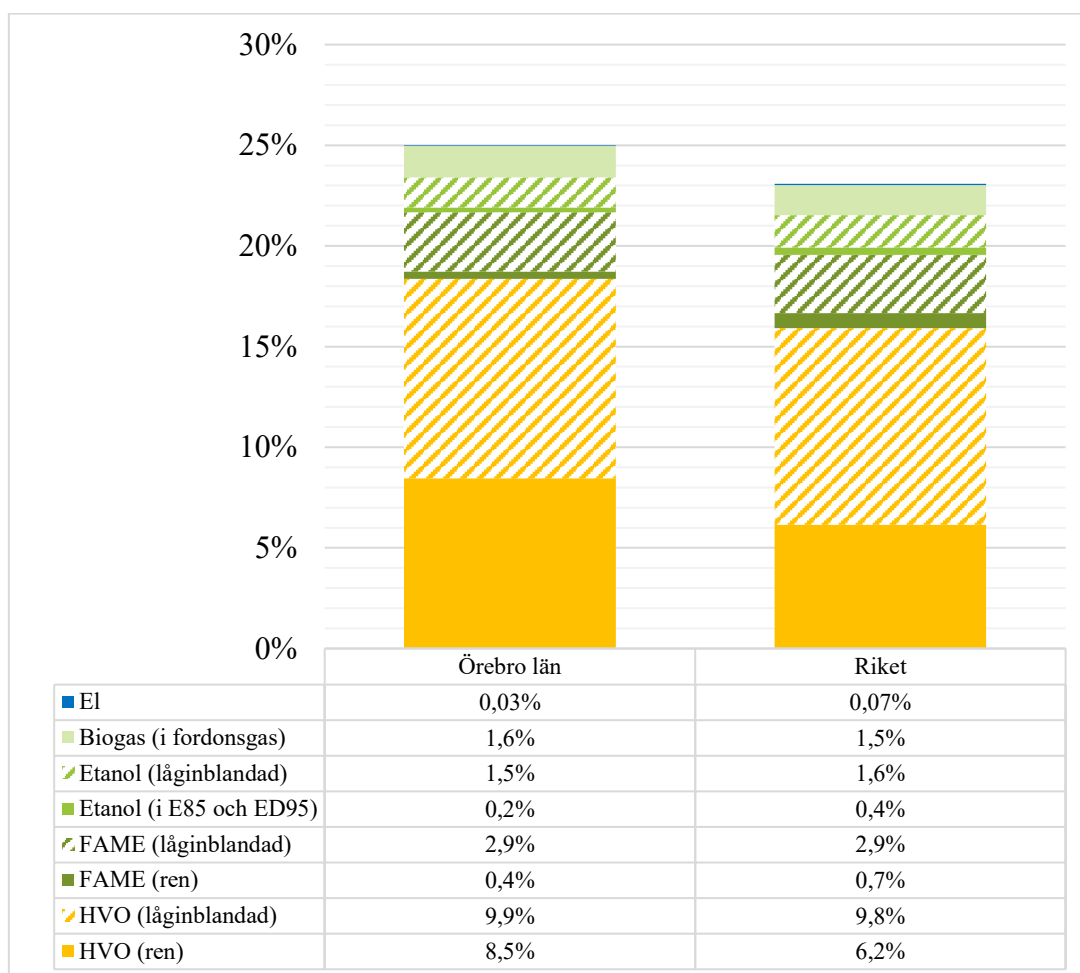
Vad gäller de höginblandade och rena förnybara drivmedlen stod de för 316 GWh, vilket motsvarar 11 procent av allt levererat drivmedel i Örebro län och 43 procent av den totala mängden förnybara drivmedel i länet. Av de höginblandade förnybara drivmedlen var HVO det som levererades i störst omfattning, med 251 GWh (80 procent av de höginblandade förnybara drivmedlen), följt av 46 GWh biogas (15 procent), 11 GWh FAME (3 procent) och 7 GWh (2 procent) etanol i form av E85 och ED95.

Drygt hälften (57 procent) av de förnybara drivmedel som levererades i Örebro län 2017 var alltså låginblandat i bensin och diesel – det vill säga tankades i konventionella bensin- och dieselfordon. Knappt hälften (43 procent) av det förnybara drivmedlet levererades i höginblandad form och 80 procent av den mängden var HVO som körs i dieselfordon. Andelen drivmedel som levererades till fordon specifikt avsedda för drift med höginblandade biodrivmedel, som gas, E85, ED95 eller el var således mycket liten, totalt runt två procent av den totala mängden levererat drivmedel i länet.

Det finns ingen officiell statistik över hur mycket el som använts till transporter i Örebro län. Men utifrån uppgifter om antal elfordon i Örebro län samt årlig genomsnittlig körsträcka har förbrukningen av el uppskattats till ca 1,0 GWh.¹¹

Fördelningen av de olika förnybara drivmedlen ser relativt lika ut i Örebro län som i riket som helhet. Det som skiljer mest är att det levererades en större mängd ren HVO (HVO100) i Örebro län jämfört med riket. Andelen ren FAME och höginblandad etanol är också lägre i Örebro län jämfört med riket. Se figur 4.3 nedan.

¹¹ Beräknat utifrån de 197 elbilar och 437 laddhybrider som fanns i länet årsskiftet 2017/2018, som antagits köra 1500 mil med en genomsnittlig elförbrukning på 1,6 kWh/mil och där laddhybriderna till hälften körts på el.

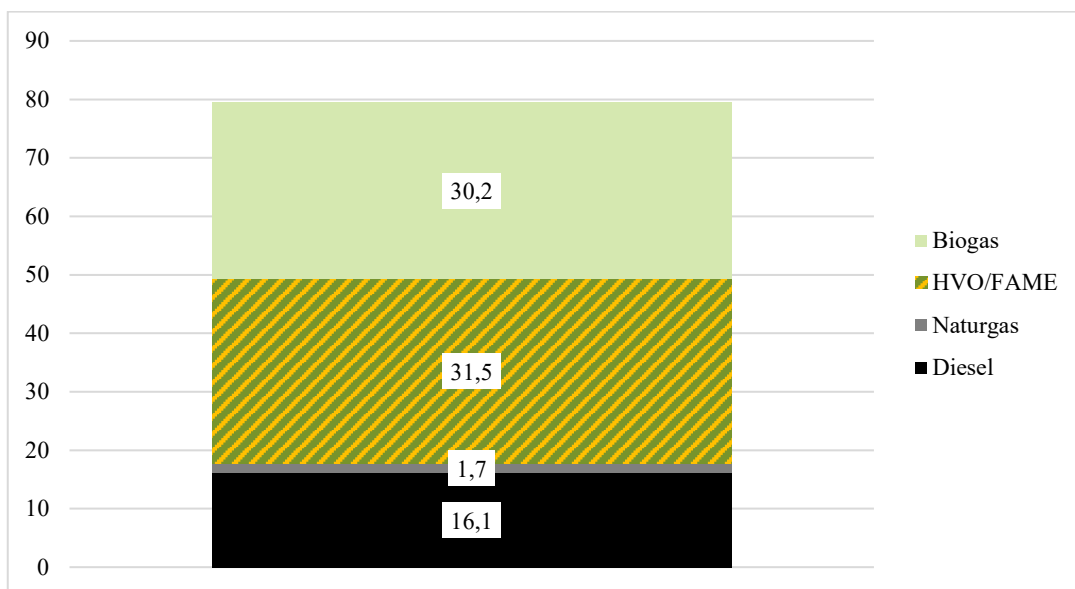


Figur 4.3 De olika förnybara drivmedlens andel av total mängd levererade drivmedel i Örebro län respektive hela Sverige (Riket) 2017.

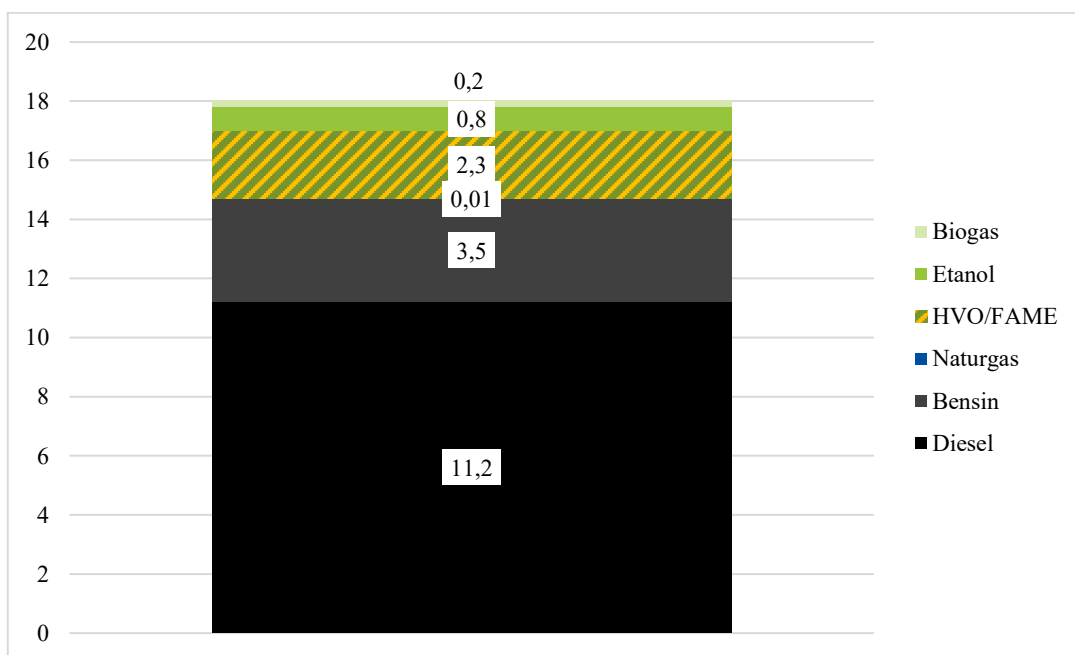
4.1.1 Kollektivtrafiken och servicetrafikens drivmedelsanvändning

Kollektivtrafik och serviceresor i Örebro län förbrukade 98 GWh drivmedel år 2017, d.v.s. ungefär tre procent av länets totala energianvändning för transporter. Av dessa 98 GWh användes 80 GWh i busstrafiken, fördelat på 282 bussar och 18 GWh för serviceresor¹², fördelat på 301 personbilar och 11 bussar. Fördelningen av kollektivtrafikens och servicetrafikens drivmedelsanvändning såg 2017 ut enligt figur 4.4 och figur 4.5 nedan.

¹² Regionens serviceresor omfattar färdtjänst och sjukresor samt skolskjuts för vissa av länets kommuner.



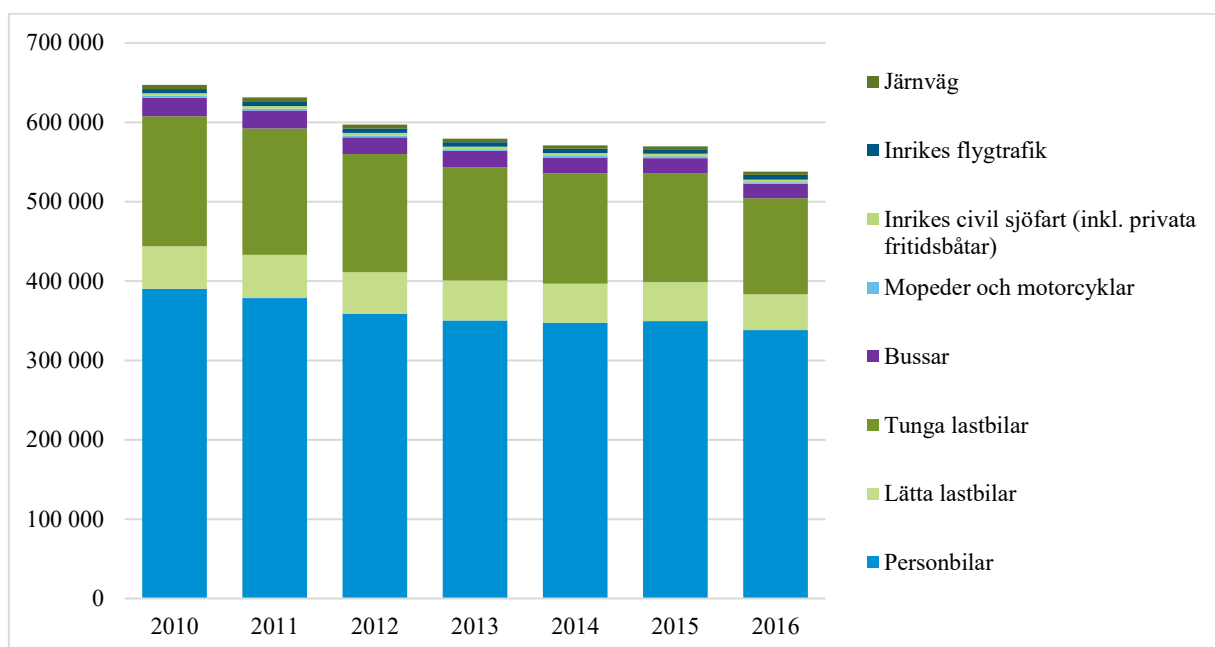
Figur 4.4 Kollektivtrafikens (busstrafiken) drivmedelsanvändning i Örebro län 2017.



Figur 4.5 Serviceresors drivmedelsanvändning i Örebro län 2017.

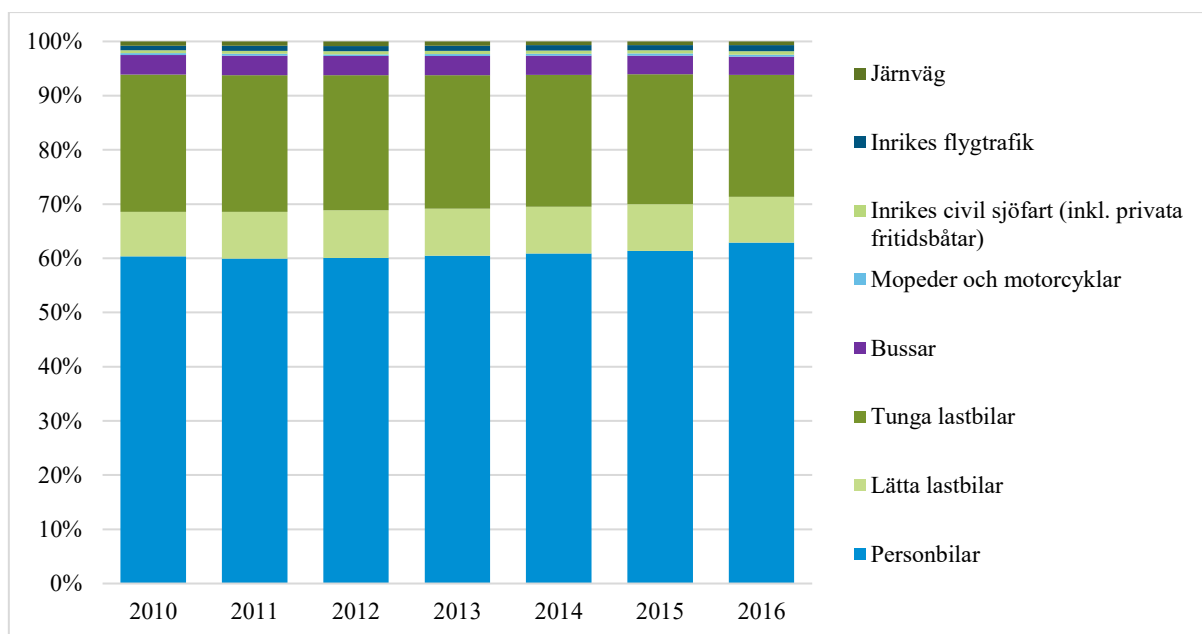
4.1.2 Utsläpp uppdelat på olika trafik- och fordonsslag

Det finns ingen lättillgänglig statistik över hur drivmedelsanvändningen fördelar sig mellan olika trafik- och fordonsslag på regionnivå. Däremot finns det utsläppsstatistik för detta, som även ger en bra indikation på hur drivmedelsanvändningen för de olika trafik- och fordonsslagen ser ut. I den statistiken framgår att personbilar står för lite drygt 60 procent av utsläppen och att lastbilar (lätta + tunga) står för ca 30 procent av utsläppen.



Figur 4.6 Utsläpp av växthusgaser från transporter i Örebro län 2010-2016 (CO₂e).

Källa: Utsläppsstatistik från Länsstyrelsernas samverkan i miljömålsuppföljning



Figur 4.7 Procentuell fördelning av växthusgasutsläpp från transporter i Örebro län

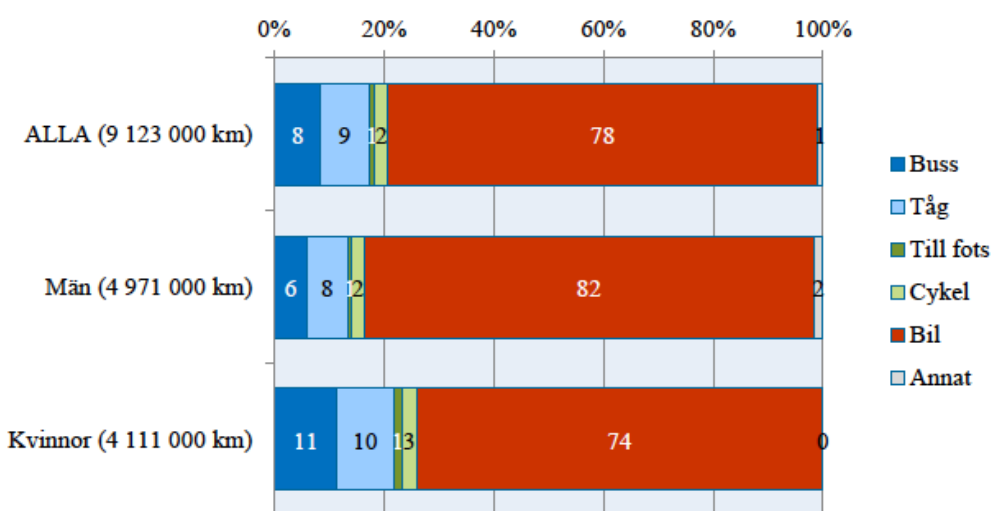
2010-2016 (CO₂e). Källa: Utsläppsstatistik från Länsstyrelsernas samverkan i miljömålsuppföljning

Noterbart är att det i denna statistik framgår hur Örebro län ligger till vad gäller målet om 70 procent minskade utsläpp av växthusgaser från inrikes transporter till 2030 jämfört med 2010. År 2016, som är senaste året med tillgänglig data, hade utsläppen från inrikes transporter (exklusive flyg) minskat med 17,1 procent jämfört med 2010.

Utsläppen behöver alltså minska med ytterligare 53 procentenheter perioden 2016-2030 för att målet ska nås.

4.1.3 Kvinnor och mäns resvanor i länet

I den resvaneundersökning¹³ som Region Örebro län lät genomföra 2017 finns en del uppgifter om hur kvinnor och mäns resande i länet ser ut. Sammanfattningsvis kan nämnas att det som skiljer i kvinnors och mäns resmönster är att män i större utsträckning kör bil än kvinnor, medan kvinnor i större utsträckning åker kollektivt (tåg och buss). Kvinnor gör aningen fler resor per dag än män, samtidigt är männens resor i regel längre. I genomsnitt är mäns resor ca 2 mil per dag jämfört med ca 1,5 mil per dag för kvinnor.

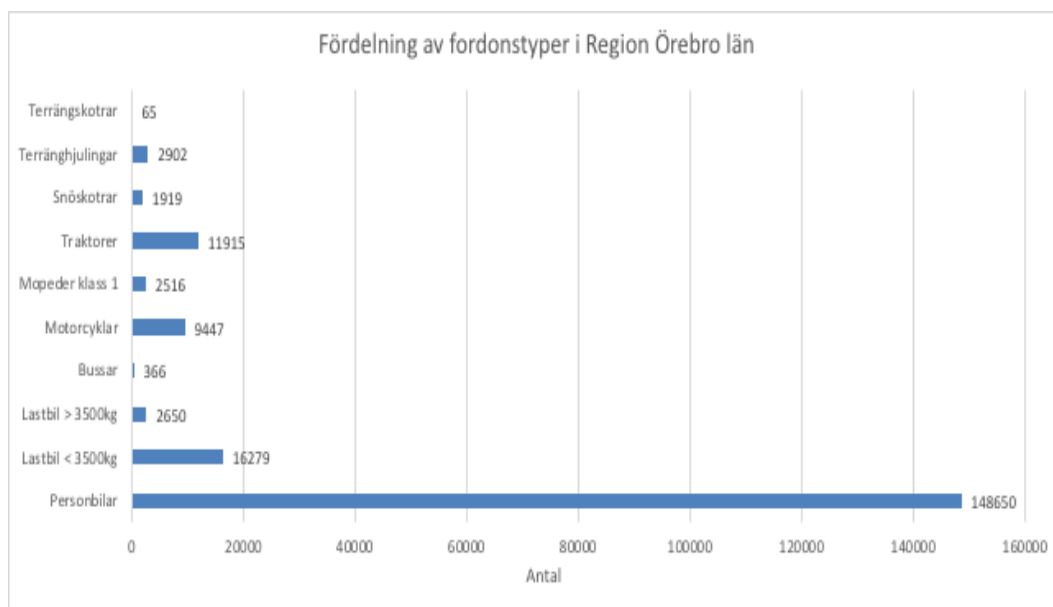


Figur 4.8 Procentuell fördelning av trafikarbete för kvinnor respektive män i Örebro län 2017. Källa: Region Örebro län. Resvanor i Örebro län.

4.1.4 Fordonsflottan och växthusgasutsläpp i regionen

I region Örebro finns en mängd olika typer av fordon som släpper ut växthusgaser. Dessa fordon körs dels på väg, dels på järnväg. Figur 4.9 ger en överblick över de fordonstyper som inte är spårbundna och som för närvarande finns i regionen. Data är från 2017.

¹³ Region Örebro län. Resvanor i Örebro län.

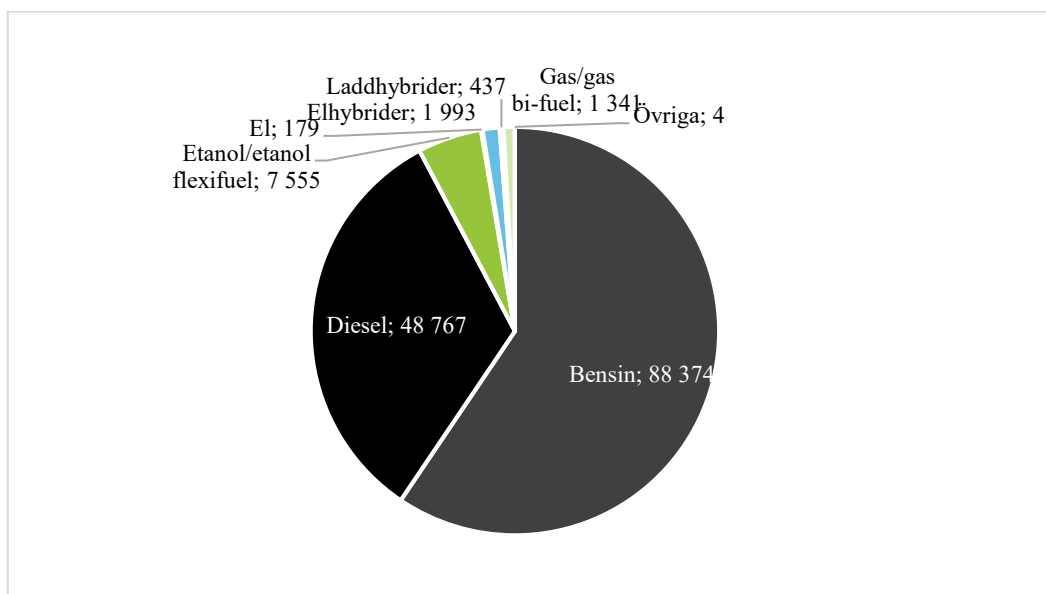


Figur 4.9 Fordonstyper i Örebroregionen 2017.

Källa: Trafikanalys och SCB, 2018-03-08.

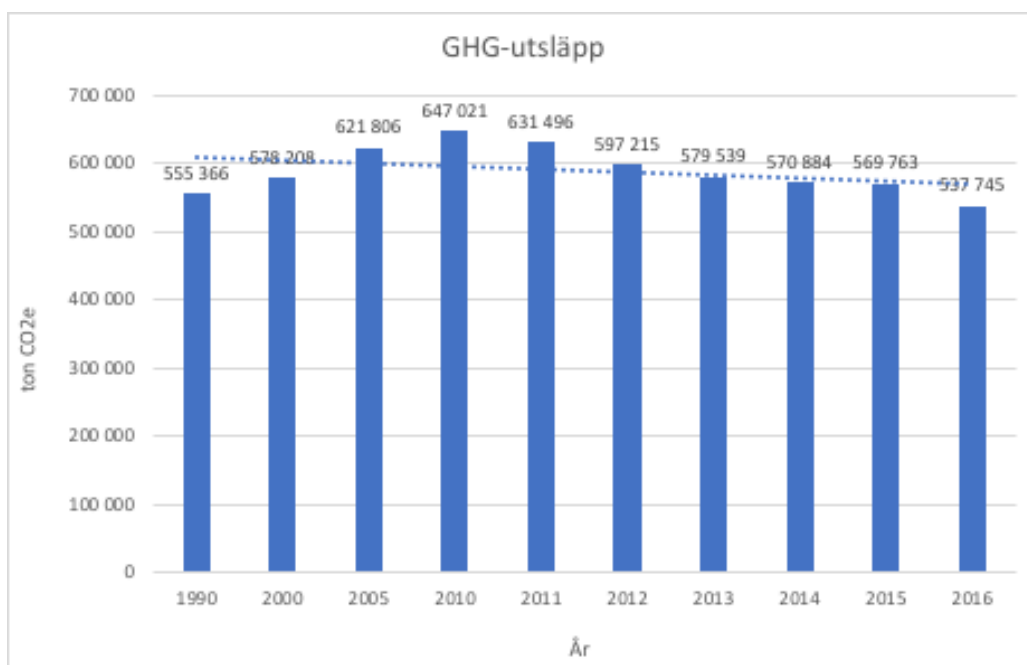
Av figur 4.9 framgår det att det finns drygt 148 000 personbilar, knappt 19 000 lastbilar, knappt 12 000 traktorer knappt 9 500 motorcyklar, knappt 4 000 terrängfordon, drygt 2 500 mopeder klass 1 och 366 stycken bussar. Sammanlagt ger det en samlad fordonsflotta om strax under 200 000 fordon (196 709). Utöver dessa fordon finns alltså spårbundna fordon som i regionen drivs av elektricitet. Dessutom bör antalet fordon som drivs av muskelkraft också räknas in av vilka cyklar torde vara det fordon som används i regionen. Vi noterar i vår modell att en del cyklar kan drivas med el också vilket påverkar klimatkalkylen.

Personbilsflottan i Örebro domineras fortfarande av bilar som körs på bensin och diesel (figur 4.10). Drygt 137 000 av de 148 000 personbilarna i länet är bensin- eller dieselbilar. Endast åtta procent av bilarna är avsedda att köra på ett rent eller höginblandat biodrivmedel i form av E85, el eller biogas.



Figur 4.10 Personbilsflottan i Örebro län 2017, fördelat utifrån drivmedel. Källa: Trafikanalys (2018). Fordon 2017.

De fordon som visas i figur 4.9 genererar en avsevärd mängd växthusgaser varje år. Figur 4.11 visar utvecklingen av dessa utsläpp under den senaste perioden.



Figur 4.11 Totala växthusgasutsläpp från alla fordonstyper i region Örebro 1990 – 2016 (Notera att avståndet mellan årtalen varierar). Källa: Egen bearbetning från SMHI Klimatdata och data från RUS¹⁴

¹⁴ http://www.airviro.smhi.se/cgi-bin/RUS/apub.html_rusreport.cgi . Nedladdad 2018-09-30.

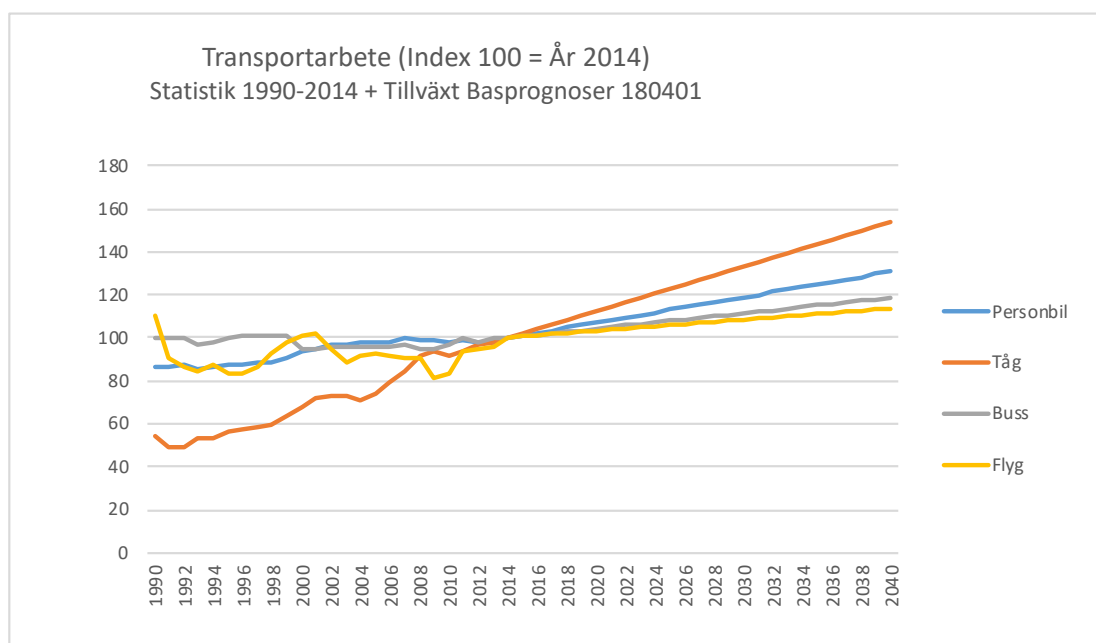
Notera att avståndet mellan årtalen i figur 4.11 varierar och att det därför kan finnas variationer mellan dessa som inte fångas, till exempel mellan 1990, 2000, 2005 och 2010. Det är ett större hopp mellan den första och andra stapeln (tio år) än mellan de två efterföljande (fem år) för att sedan vara bara ett år mellan varje resterande stapel i figuren.

Figuren ger ändå en bild över hur utvecklingen av växthusgaser från efterfrågesidan sett ut sedan 1990 med en något minskande trend i utsläppsnivåerna från ca 647 000 ton CO₂e 2010 till ca 538 000 ton CO₂e 2016 (figur 4.11). Det är en liten minskning med totalt 109 000 ton CO₂e. Men perioden innan dess från 1990 till 2010 uppvisade en uppåtgående trend i utsläppen. Åren 2010 - 2011 utgör således ett trendbrott i växthusgasutsläppen som är positivt.

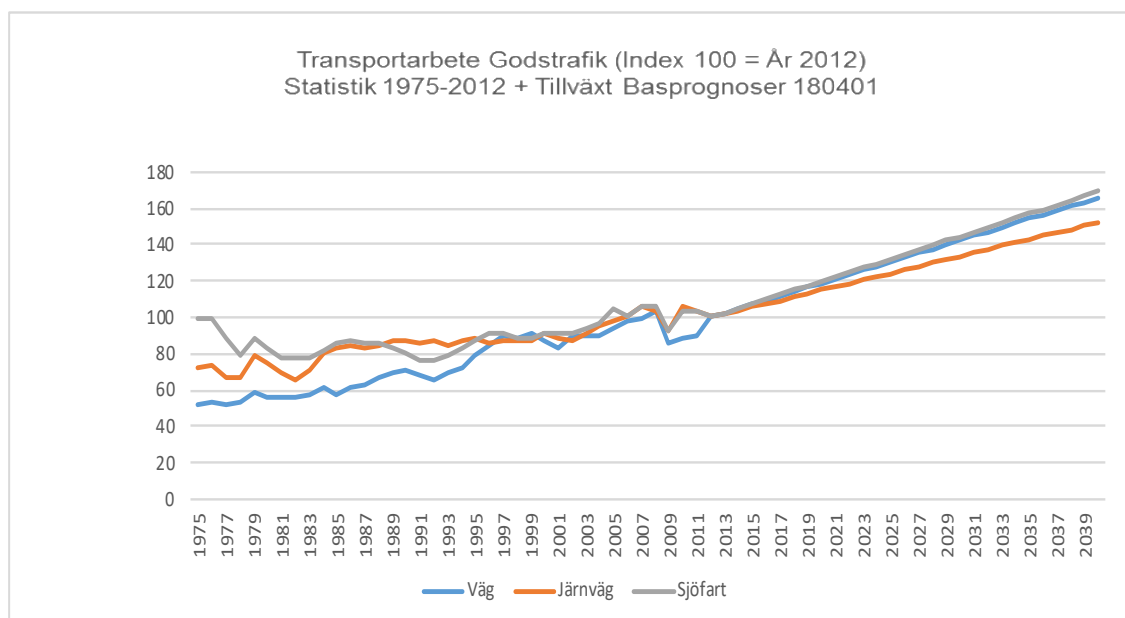
Sveriges och regionens mål är att sänka växthusgasutsläppen från transportsektorn med 70 procent från 2010 års nivå till år 2030. Detta mål är det som utgör grunden för identifieringen av det idealläge som görs i avsnitt 6 nedan.

4.2 Prognosticerade utvecklingar

Enligt Trafikverkets prognos kommer efterfrågan på transportarbete i regionen öka med 0,9 procent per år i perioden 2014 - 2040. Detta innefattar både person- och godstransporter. Fördelat på respektive person- och godstransporter ser utvecklingen ut som i Figur 4.12 samt Figur 4.13.



Figur 4.12 Transportarbetsförändring för persontrafik med index 100=År 2014. Historiska data 1990–2014 och prognostiserad tillväxt 2014–2040. Källa: Trafikverkets basprognos, 2018-04-01.

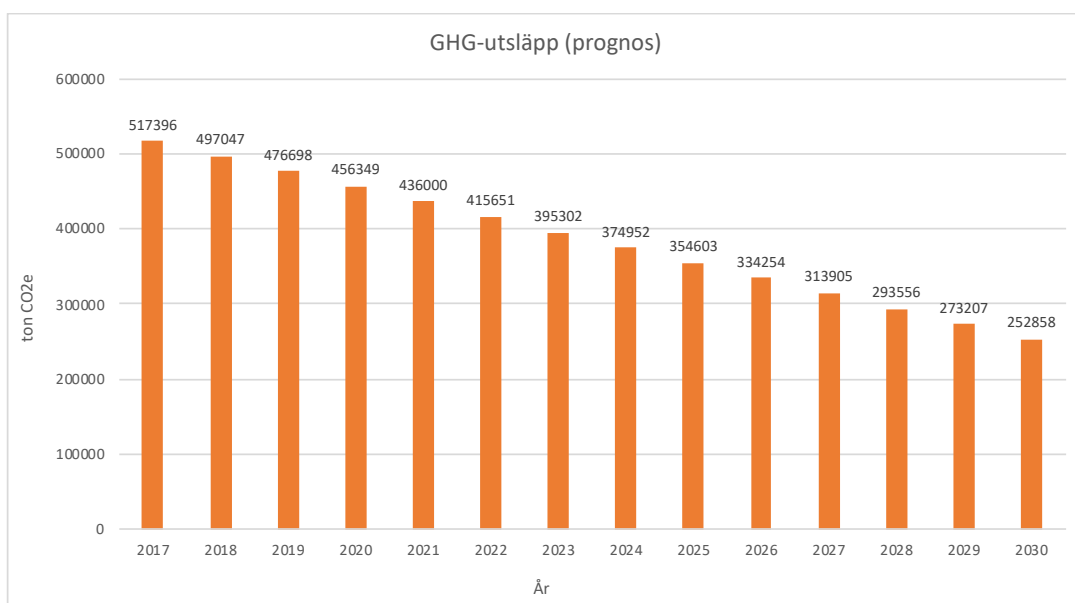


Figur 4.13 Transportarbetsförändring för godstrafik med index 100=År 2012. Historiska data 1975–2012 och prognostiserad tillväxt 2012-2040. Källa: Trafikverkets basprognos, 2018-04-01.

Det förefaller rimligt att anta att dessa data utgör en god approximering av en prognosticerad efterfrågan på transporter även i Örebroregionen.

År 2010 var de totala utsläppen av växthusgaser från transporter i Örebro län 842 860 ton CO₂e¹⁵ vilket ger ett målvärde på 252 858 ton CO₂e år 2030 om man antar målet med en 70-procentig reduktion. Det innebär en reduktion i växthusgasutsläpp med totalt 452 915 ton CO₂e under perioden 2010 till 2030. 2016 släppte regionen ut 537 745 ton CO₂e. Om man antar en linjär minskning över tiden från och med 2016 så måste utsläppen minskas med totalt 284 887 ton CO₂e, dvs. 20 349 ton CO₂e per år fram till år 2030 så som figur 4.14 visar.

¹⁵ Sammanställning från Biogas Öst och RUS. (http://www.airviro.smhi.se/cgi-bin/RUS/apub.html_rusreport.cgi. Nedladdad 2018-09-30.)



Figur 4.14 Prognos med en linjär minskning av växthusgas-utsläpp från 2016 mot målnivån 2030.

Det linjära scenariot i figur 4.14 bygger på grundantagandet att reduktionen är linjär över tid, dvs. lika mycket växthusgasutsläpp reduceras varje år fram till och med måläret 2030. Med tanke på den historiska utvecklingen i länet med en reduktion av växthusgasutsläppen motsvarande 26 procentenheter under perioden 2005 - 2015 så förefaller detta vara ett inte helt orimligt antagande, även om det kräver kraftiga reduktioner i växthusgasutsläppen. Men sådana reduktioner ställer krav på produktionssidan att leverera biodrivmedel och på teknologiutveckling som möjliggör ny teknologi att utvecklas.

5. Nulägesanalys av produktionssidan

5.1 Produktion av biodrivmedel i Örebro län

Det enda förnybara drivmedlet för transporter som produceras i Örebro län är biogas. Det finns totalt 14 anläggningar i Örebro län som producerar biogas. Vid tre av dessa anläggningar uppgraderas biogasen till fordonsgas, som gör att den kan användas som fordonbränsle. Två av dessa anläggningar finns i Örebro (Skebäcksverket och Gasum) och en i Karlskoga (Biogasbolaget). Totalt har de en produktionskapacitet på cirka 120 GWh/år¹⁶, men produktionskapaciteten utnyttjas inte till fullo i dagsläget utan ligger på runt 100 GWh/år totalt för de tre anläggningarna. Vid övriga tio anläggningar ligger produktionen på ca 0,5 – 2 GWh per år och anläggning. Vid dessa anläggningar används biogasen till värmeproduktion och vissa fall även elproduktion. Här följer en lista över samtliga biogasanläggningar i Örebro län:

- Biogasbolaget, Karlskoga (samrötningsanläggning + uppgraderingsanläggning)
- Gasum, Örebro (samrötningsanläggning + uppgraderingsanläggning)
- Skebäcksverket, Örebro (reningsverk + uppgraderingsanläggning)
- Kumla (reningsverk)
- Hallsberg (reningsverk)
- Askersund (reningsverk)
- Degerfors (reningsverk)
- Aggerud, Karlskoga (reningsverk)
- Nora (reningsverk)
- Bångbro, Ljusnarsberg (reningsverk)
- Mosserud, Karlskoga (deponi)
- Atleverket, Örebro (deponi)
- Venan, Örebro (nedlagd deponi)
- Frötorps gård, Närke Kil (gårdsanläggning)

2016 producerade dessa 14 anläggningar i Örebro län totalt 113 GWh. Det motsvarar drygt fem procent av den totala biogasproduktionen i Sverige, som uppgår till ca 2 TWh fördelat på totalt 279 biogasanläggningar. Knappt hälften av biogasen som produceras i länet tankas också inom länet och resterande mängder levereras till andra län.

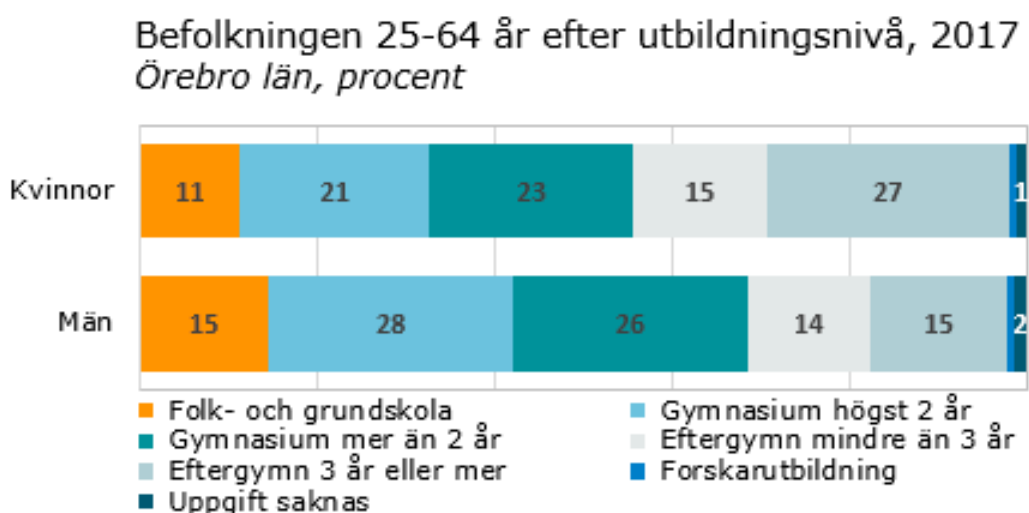
De drygt 100 GWh biogas som produceras i Örebro län motsvarar ca 13 procent av de totalt 740 GWh förnybara drivmedel som levereras i länet.

¹⁶ Gasum Örebro (ca 53 GWh) + Skebäcksverket Örebro (ca 16 GWh) + Biogasbolaget Karlskoga (ca 48 GWh)

Utöver biogasproduktionen används också en hel del spannmål från Örebro län till produktion av etanol, men den produktionen sker inte i länet utan på annat håll i Sverige.

5.1.1 Kompetens för produktion av förnybara drivmedel

Som helhet har länets befolkning en relativt låg utbildningsnivå, vilket framgår av såväl andelen högutbildade som andel med behörighet till gymnasieskolan. Andelen som har en eftergymnasial utbildning i länet är 36 procent, jämfört med 43 procent i riket. Det är också stora skillnader mellan kvinnors och mäns utbildningsnivå i länet, kvinnorna ligger på rikssnittet 43 procent vad gäller eftergymnasial utbildning medan männen ligger på 30 procent.



Figur 5.1 Utbildningsnivå i Örebro län. Källa: SCB - Utbildningsnivå efter län och kön 2017.

Några förutsättningar som talar för Örebro län vad gäller kompetens för produktion av förnybara drivmedel är att det finns en stark logistiksektor i länet, inklusive Örebro universitets nya forskningscenter för hållbar logistik, samt ett flertal produktionsanläggningar för biogas.

5.2 Potential för biodrivmedelsproduktion från biomassa

Denna potentialberäkning bygger på uppgifter om den totala mängden biomassa i Örebro län, som har potential att kunna användas till energiproduktion och specifikt biodrivmedelsproduktion.

Örebro län täcker en total landyta av ca 850 000 ha. Av denna yta är ca 105 000 ha åkermark och skogsmark motsvarande en areal mellan 620 000 och 639 000 ha beroende på vilken källa som används. På dessa arealer växer biomassa vars primära produkt eller dess restprodukter som kan användas för produktion av bioenergi.

Utöver den biomassa som finns på åkermark och skogsmark finns även biomassa i form av avfall från hushåll och industrier samt gödsel från djurhållningen som kan användas för produktion av biodrivmedel.

5.2.1. Metod

Stora delar av det statistiska underlaget som vi använt oss av i denna kartläggning är sammanställt av statliga myndigheter, såsom SCB, Jordbruksverket, Skogsstyrelsen och Naturvårdsverket. Detta har kompletterats med underlag från branschorganisationer som till exempel *Avfall Sverige* och direktkontakt med olika företag som hanterar biomassa i sin verksamhet.

Detaljeringsgraden i dessa statistiska underlag ibland inte är på så hög nivå som hade varit önskvärt och i många fall är de statistiska underlagen sammanställda för helt andra ändamål än för att göra bedömningar av hur mycket biomassa som kan användas till biodrivmedelsproduktion. Det innebär att det i underlaget finns en del inneboende osäkerheter i beräkningarna av biomassapotentialet. Till detta kommer även osäkerheter i form av de olika antaganden som behövs göras för att beräkna den praktiska potentialen hos olika typer av biomassa. Trots dessa osäkerheter ger denna kartläggning en relativt god uppskattning av hur mycket biomassa i Örebro län som potentiellt kan användas för att producera biodrivmedel.

Kartläggningen är till stor del utförd enligt samma metod som använts i *Bioenergipotentialet i Södermanland* (Österqvist, 2015) samt *Underlag för potentialberäkningar av förnybar energi* (Länsstyrelsen Dalarna, 2013).

5.2.2. Avgränsningar, begrepp och antaganden

Den biomassapotentialet som kartlagts i denna studie avser biomassa som kan användas för att utvinna energi ur på ett kostnads- och energieffektivt sätt. Fokus har framförallt varit att kartlägga den biomassa som kan användas för att producera biodrivmedel som kan användas till transporter. Utöver biodrivmedel till transporter kan energin som finns i biomassa förbrännas i fjärrvärmeverk, kraftvärmeverk eller industrier och på så sätt generera värme och/eller elektricitet. Vissa råvarubaser som kartlagts i denna studie har egenskaper som lämpar sig för såväl produktion av biodrivmedel, värme och elektricitet. I de fall då råvara redan används till andra förädlings- eller produktionsändamål har då denna råvarupotentialet inte inkluderats i potentialen för biodrivmedelsproduktion.

5.2.3 Teoretisk och praktisk biomassapotential

I denna kartläggning har vi använt oss av begreppen **teoretisk biomassapotential** och **praktisk biomassapotential** för att urskilja den biomassa som går att göra biodrivmedel av.

Den totala mängden bioenergi som finns i den råvara som lämpar sig för produktion av biodrivmedel kan benämnas som **teoretisk biomassapotential**. I stegen från skörd av råvara till färdigt biodrivmedel begränsas den teoretiska biomassapotentialen av vad som är praktiskt möjligt och rimligt utifrån fysiska, miljömässiga och ekonomiska termer. Den mängd biomassa som återstår efter dessa begränsningar benämns därför i denna kartläggning för **praktisk biomassapotential**.

Fysiska begränsningar handlar om att det inte är praktiskt möjligt att utvinna all energi i råvaran till biodrivmedel, d.v.s. det går inte att förädla 100 % av råvarans energiinnehåll. Miljömässiga begränsningar handlar om att utvinningen av råvara behöver ske på ett långsiktigt hållbart sätt, såsom t.ex. att samtliga stubbar inte kan tas ut vid slutavverkning eftersom skogsmarken då skulle utarmas på mineraler. Ekonomiska begränsningar innebär att de resurser i form av t.ex. arbetskraft, maskiner och energi som behöver tas i anspråk för att producera biodrivmedlet bedöms vara för kostsamma jämfört med vad avkastningen från försäljningen av biodrivmedlet. En ekonomisk begränsning kan också vara att det finns konkurrens om råvaran, som gör att av lönsamhetsskäl eller andra skäl är prioriterat att använda råvaran till något annat än biodrivmedelsproduktion.

Det är den praktiska biomassapotentialen som beskriver hur mycket biodrivmedel som, med dagens kända tekniker och marknadspriser, är praktisk möjlig att producera av den biomassa som finns i länet. I kartläggningen redovisas för respektive råvarubas den praktiska biomassapotentialen dels i råvarans vikt i enheten ton torrsubstans (ton TS) och dels i gigawattimmar biodrivmedel (GWh).

Mycket av den potential som här beskrivs utnyttjas redan idag till olika ändamål, däribland i viss mån biodrivmedelsproduktion. För varje råvara nedan har vi i möjligaste mån försökt beskriva vilken biomassa som redan utnyttjas för något ändamål eller som i dagsläget är outnyttjad potential.

5.2.4 Kartlagd biomassa

Det finns ett flertal olika typer av biomassa som lämpar sig för biodrivmedelsproduktion och i denna kartläggningen har vi beräknat potentialen av biomassa i råvaror, avfall och restprodukter som tas fram eller genereras inom följande verksamheter: jordbruk, skogsbruk, avfallshantering, vattenreningsverk, livsmedelsindustri, sågverk samt pappers- och massaindustri.

Till varje typ av biomassa följer en kort kommentar om hur kartläggningen av biomassan genomförts.

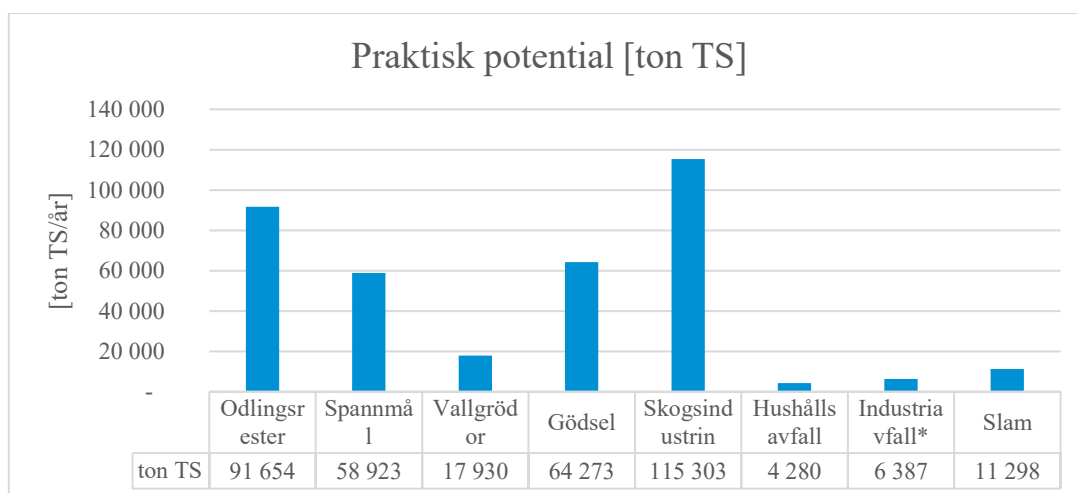
- **Jordbruksgrödor** – teoretisk potential baseras på att 30 procent av länets spannmålsproduktion går till humankonsumtion och överskottet kan användas till drivmedel. Praktisk potential baseras på att spannmålsbehovet för humankonsumtion är 58 kg/person och att överskottet efter att man uppfyllt de egna invånarnas behov kan gå till drivmedelsproduktion. Potentialen anges i ton kärnskörd.
- **Jordbrukets restprodukter** – teoretisk potential tar inte hänsyn till djurens halmbehov, svinn vid hantering eller liknande. Praktisk potential tar hänsyn till detta.
- **Energigrödor** – visar potentialen för salix som odlas på den mark som idag anges som odling av energiskog.
- **Nedlagd åkermark** – undersöker vilka mängder torrsubstans av olika växtslag som skulle kunna produceras på denna mark. Teoretisk potential utgörs av den gröda som ger högst avkastning avseende ton TS¹⁷/ha.
- **Träda** – teoretisk potential baseras på odling av rörlan på hela den markareal som rapporterats ligga i träda, praktisk potential omfattar rörlansodling på 5 procent av den totala åkerarealen vilket motsvarar ca halva trädesarealen.
- **Gödsel** – teoretisk potential baseras på att all producerad gödsel finns tillgänglig. Praktisk potential tar hänsyn till att djur vistas ute stora delar av året.
- **Matavfall** – utgår från statistik över insamlade mängder matavfall idag som praktisk potential och den teoretiska potentialen visar på om allt matavfall skulle sorteras rätt samt att matsvinnet skulle försvinna.
- **Livsmedelsindustri** – avfallsfraktionerna har kartlagts genom att kontakta de största anläggningarna inom sektorn. Resultatet redovisas endast i viktenheten ton.
- **Slam** – baseras på statistik från Svenskt Vatten samt att allt slam hanteras på avloppsreningsverk med rötning som stabiliseringsmetod. Den praktiska potentialen baseras på antalet anslutna personekvivalenter till de reningsverk som idag rötar sitt slam.
- **Skogsrester** – baseras på Skogsstyrelsens Skogliga konsekvensanalyser 2015 där scenariot utan hänsyn till Skogsstyrelsens rekommendationer är den teoretiska potentialen. Den praktiska potentialen tar hänsyn till Skogsstyrelsens rekommendationer och en ekonomisk potential på 40 procent av den teoretiska potentialen har också lagts till.
- **Skogsindustri** – har beräknats utifrån data från SDC (Skogsbrukets Datacentral). Här har även sågverk och samt pappers- och massaindustrier anslutna till Skogsindustrierna tillfrågats om deras restprodukter. Praktisk potential baseras på 35 procent av kartlagt material hos de tillfrågade sågverken. Pappers- och massaindustrin har inte inkommit med någon data varför potentialen från dessa industrier inte kunnat kartläggas.

¹⁷ Torrsubstans

5.2.5 Potentialberäkningar

Den sammanlagda praktiska potentialen i Örebro län uppgår till ca 305 000 ton TS fördelat på de biomassor som visas i figur 5.2 nedan. Spannmålen anges i ton kärnskörd och industriavfallet i ton avfall, alltså inte i ton torrsubstans. Den teoretiska potentialen uppgår till 630 000 ton TS, vilket innebär att ungefär 50 procent av den teoretiska potentialen i dagsläget är praktisk möjlig att göra biodrivmedel av. Det är främst odlingsresterna och skogsindustrins restprodukter som gör att den teoretiska potentialen ökar. De begränsande faktorerna för respektive råvara beskrivs mer noggrant i bilaga 1.

Figur 5.2 omfattar inte potentialerna för mark i träda, nedlagd åkermark eller skogsrester eftersom biomassan som kan hämtas från dessa källor redan idag i stor utsträckning utnyttjas till annat än drivmedelsproduktion, alternativt kräver ett annat brukande av marken än vad som sker idag eller inte kan förädlas vidare till biodrivmedel med idag kommersiell teknik.

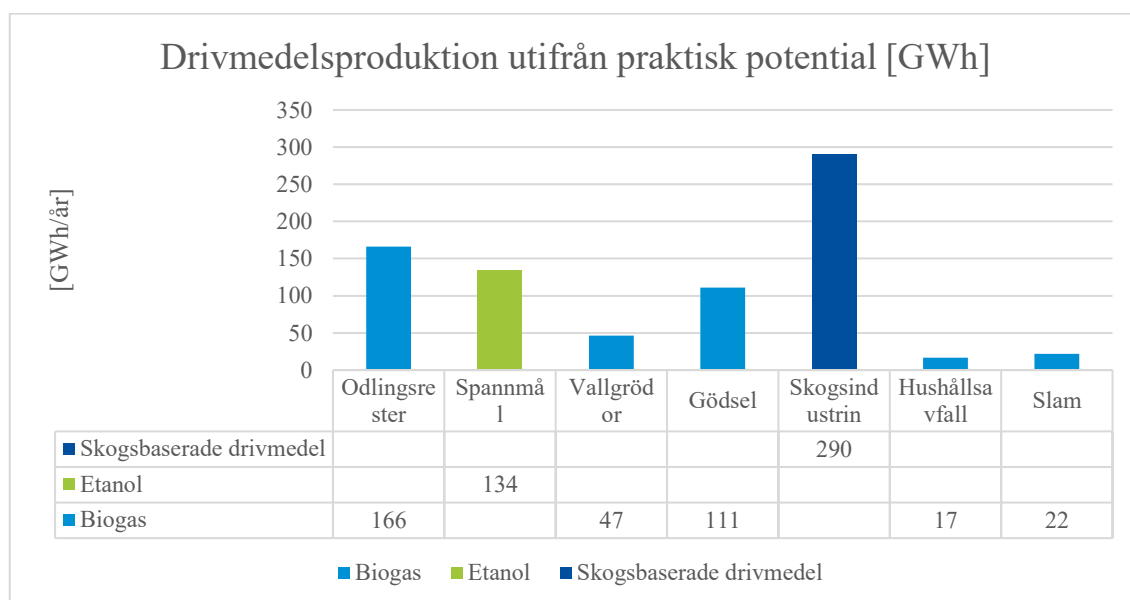


Figur 5.2 Potentialen för biomassa i Örebro län fördelat på olika källor. Värdena är angivna i enheten ton TS förutom för industriavfall som anges i viktenheten ton och spannmålet som anges i ton kärnskörd.

Odlingsresternas potential består till största delen av halm samt en mindre del bortsorterad potatis och blast från potatis. Vallgrödornas potential varierar kraftigt beroende på vilka antaganden som görs. Det som visas i figur 5.2 är ett konservativt antagande. Slam-potentialen och potentialen från hushållsavfall är angivna utifrån dagens hantering och kan därför antas öka under perioden fram till 2030 till följd av ett ökat antal invånare i länet.

I figur 5.3 nedan visas potentialen för biodrivmedelsproduktion i GWh baserat på råvarupotentialen som visas i figur 5.2. Den beräknas uppgå till totalt 787 GWh, om man räknar på produktion av de drivmedel som listas i figur 5.3. Idag är det ovanligt att producera drivmedel av skogsindustrins restprodukter men flera tekniker för att

göra det finns, till exempel är möjliga drivmedel fordonsgas, etanol och biodiesel eller biobensin. Gemensamt för framställningen av dessa drivmedel från skogsindustrins restprodukter är att energiverkningsgraden ligger mellan 50 och 70 procent av ingående råvaras energiinnehåll (RISE, 2018). I figur 5.3 baseras den skogsbaserade potentialen på en energiverkningsgrad av 50 procent. I och med de många förädlingsvägarna har inget specifikt drivmedel valts för skogsindustrins restprodukter utan istället har potentialen redovisats som en energimängd utan att specificera i vilken typ av drivmedel energin kan komma att finnas.



Figur 5.3 Drivmedelspotentialen baserad på råvarutillgången i figur 5.2.

Viktigt att poängtera är även att det här har gjorts ett avsteg från villkoret att råvaran inte idag ska användas till andra ändamål för både skogsindustriernas restprodukter och spannmålen då dessa idag mer eller mindre utnyttjas till fullo. Resonemang kring mängderna från dessa råvaror förs både i kommentarerna till varje råvara under sektion 5.2.6 nedan och i bilaga 1.

5.2.6 Potential per råvarubas

Nedan beskrivs potential, användningsområde och relevanta kommentarer för de råvaror som ingår i potentialberäkningen. Beskrivningen omfattar i tur och ordning råvaror från jordbruket, avfall från industrier, hushåll och avlopp och skogens biomassa.

Jordbruk

Inom jordbruket finns stora mängder biomassa att hämta, både från skörden av den primära odlingen men också i form av restprodukter som halm och blast. Inom jordbruket har även biomassan i form av gödsel räknats in.

Halm, potatis och blast

Total praktisk potential: 91 654 ton TS / 166 GWh vid biogasproduktion

Användningsområden: Halm kan utnyttjas som bränsle i fastbränslepannor för produktion av värme och el eller rötas till biogas. Största användningsområdet idag är inom jordbruket som strö och foder. Blast och portsorterad potatis kan användas som foder eller rötas till biogas.

Kommentar: Den outnyttjade potentialen får antas vara densamma som den praktiska potentialen då hänsyn har tagits till halmbehov för antalet djur i länet, hanteringsförluster etc. vid beräkningen av den praktiska potentialen. Tidsaspekten vid bärgring av halm har inte tagits med i beaktande vilket kan reducera den praktiska potentialen ytterligare då all halm eventuellt inte har möjlighet att bärgas.

Spannmål till etanolproduktion

Total praktisk potential: 59 000 ton spannmål / 134 GWh etanol (18 130 ton drank)

Användningsområden: Spannmål används till matproduktion och djurfoder bland annat men används också till drivmedelsframställning, främst etanol. Dranken som produceras vid etanolframställning kan användas som djurfoder och/eller som biogassubstrat.

Kommentar: Den outnyttjade mängden spannmål är troligtvis 0 ton i och med att Sverige är nettoexportör av spannmål och användningsområdena många. Den praktiska potentialen får ses som en övre gräns för vad som är möjligt att konkurrera om för drivmedelssektorn utan att riskera livsmedelsproduktionen och djurhållningen.

Gödsel

Total praktisk potential: 64 273 ton TS / 111 GWh vid biogasproduktion

Användningsområden: Gödsel används dels för att sprida näringsämnen tillbaka till åkermarken men används även som substrat för biogasproduktion. 2017 kom 20 % av den svenska biogasen ifrån gödsel. Rötresten från gödselbaserade biogasanläggningar kan spridas på åkern i samma syfte som att sprida den orötade gödseln.

Kommentar: Den outnyttjade potentialen får antas vara över 62 GWh biogas då det idag finns en gårdsanläggning och en samrötningsanläggning som tillsammans motsvarar en produktionskapacitet om 49 GWh vid fullt utnyttjande.

Samrötningsanläggningen använder även andra substrat vilket medför att potentialen från gödsel bör vara klart högre än 62 GWh. Transporterbarheten av gödsel sätter dock begränsningar för vad som är ekonomiskt gångbart men detta har inte tagits med i beräkningarna för den praktiska potentialen.

Vall

Total praktisk potential: 17 930 ton TS / 47 GWh vid biogasproduktion

Användningsområden: Vall används idag främst som grovfoder till djur men kan även rötas till biogas.

Kommentar: Den praktiska potentialen baseras på att nötkreatur i genomsnitt äter 9 kg TS grovfoder i form av vall per dag (Persson, 2004), får äter 2 kg TS grovfoder i form av vall per dag (Strömme, 2016) och hästar äter 7 kg TS i form av vall per dag (Svenska Ridsportförbundet, 2009). Den totala mängden vall har sedan subtraherats med behoven som djuren har. Detta betyder dock inte att den praktiska potentialen är densamma som den outnyttjade potentialen då en av länets två samrötningsanläggningar använder bland annat vall som substrat. Den outnyttjade potentialen är därför lägre än de 47 GWh som den praktiska potentialen anger.

Rörflen på mark i träda

Total praktisk potential: 24 071 ton TS / 65 GWh vid biogasproduktion och 111 GWh vid förbränning

Användningsområden: Rörflen kan användas som strö, foder och bränsle (Jordbruksverket, 2017). Som bränsle kan rörflen antingen förbrännas i fastbränslepannor eller rötas till biogas (Jordbruksverket, 2018).

Kommentar: Rörflen kan idag förekomma som substrat i en eller båda av de samrötningsanläggningar som finns i Örebro län då båda enligt sina hemsidor tar emot vall eller energigrödor från lantbruken. Att denna rörflen däremot skulle komma från mark som ligger i träda är tveksamt. Därför antas den outnyttjade potentialen för rörflen på mark i träda vara densamma som den praktiska potentialen.

Nedlagd jordbruksmark

Total praktisk potential: 12 620 – 17 820 ton TS, 17 620 ton kärnskörd / 33 – 52 GWh vid biogasproduktion, 40 GWh etanol eller 64 – 87 GWh vid förbränning

Användningsområden: Nedlagd jordbruksmark är mark som står outnyttjad, är igenväxt med skog eller har planterats med skog och utnyttjas alltså inte ekonomiskt förutom då den planterats för skogsbruk.

Kommentar: Ett flertal olika grödor kan odlas på nedlagd jordbruksmark. Här har salix, rörflen, vall och höstvetete jämförts. Salix ger högst skördar och mest drivmedel dock bygger drivmedelsproduktionen på att förgasningstekniken kommersialiseras. Rörflen ger en högre skörd och mer drivmedel jämfört med vall medan vall däremot kan bidra till ökad biodiversitet och minskade monokulturer vilket kan medföra andra värden än stora drivmedelsvolym. Höstvetete ger teoretiskt mycket drivmedel men att skörden ska vara lika stor på nedlagd jordbruksmark som på producerande jordbruksmark är tveksamt och det kan även vara ekonomiskt svårt att bedriva jordbruk på denna mark i och med att den en gång har lagts ner.

Avfall

Det finns mycket avfall från hushåll och verksamheter som skulle kunna användas för bioenergiändamål. De avfall som kartlagts är hushållsavfall i form av matavfall, avfall från tillståndspliktiga verksamheter som arbetar med framställning av mat och dryck samt avloppsslam som hanteras av reningsverk.

Matavfall

Total praktisk potential: 4 280 ton TS / 17 GWh vid biogasproduktion

Användningsområden: Insamlat matavfall kan hanteras på olika sätt: genom kompostering, rötning eller förbränning. Rötning är ett vanligt hanteringssätt då både energi och näringsämnen kan tas till vara.

Kommentar: Alla kommuner i Örebro län sorterar ut sitt matavfall och rötar det idag. Allt rötas inte inom länet på grund av olika hanteringssystem men för att visa på länets potential har det antagits att allt matavfall rötas i Örebro län. Redan idag samlas 4 280 ton TS varje år men uppskattningsvis uppstår det ca 8 160 ton TS matavfall varje år vilket gör att den outnyttjade potentialen är ca 4 000 ton TS. Det finns dock mål om minskat matsvinn. Om matsvinnet minskas till 0 kg per person och år blir den idag outnyttjade potentialen ca 1 400 ton TS. Potentialen består då av bättre utsorteringsgrad framförallt.

Slam från avloppsreningsverk

Total praktisk potential: 11 300 ton TS / 22 GWh vid biogasproduktion

Användningsområden: Slam måste stabiliseras innan det kan användas. En populär stabiliseringsmetod är via rötning då biogasen som bildas kan användas för internt värme- och elbehov. Efter stabilisering kan slammet spridas på åkermark för att återföra näringsämnen.

Kommentar: Praktiska potentialen visar hur mycket biogas som kan produceras om från alla personer som är anslutna till avloppsreningsverk som rötar sitt slam idag. Det som framkommit är att rötning sker i åtta kommuners avloppsreningsverk som tillsammans hanterar ca 11 300 ton TS/år. Den outnyttjade potentialen från övriga invånare i länet är relativt låg – ca 2 000 ton TS. Det är även sällan som denna biogasresurs används för att producera drivmedel då gasflödena ofta är för låga för att det ska bli ekonomiskt lönsamt om inte antalet anslutna personer är relativt stort.

Livsmedelsindustrins avfall

Total praktisk potential: 6 387 ton (motsvarar dagens avfall som går till drivmedelsproduktion)

Användningsområden: Används idag främst till biogasproduktion, i viss mån till förbränning, till djurfoder eller som jordförbättrare.

Kommentar: Statistiken har hämtats genom telefonsamtal och mail till de största arbetsgivarna inom livsmedelsproduktion i Örebro län. Eftersom produktionen mellan dem skiljer sig kraftigt skiljer sig även avfallstyperna åt vilket gjort det svårt att konvertera till ton TS och beräkna ett drivmedelsutbyte. Den outnyttjade potentialen är 6 059 ton som idag går till djurfoder och/eller jordförbättring samt en ospecificerad mängd som av processtekniska skäl inte kan separeras för biologisk återvinning utan går till förbränning. Om djurfodret/jordförbättringen skulle börja användas till drivmedelsproduktion skulle det medföra att djurfoder och/eller jordförbättring måste tas från annat håll. Om dessa outnyttjade resurser också skulle användas skulle den totala potentialen bli 12 446 ton exklusive det material som inte går att särskilja från övrigt brännbart idag.

Skog

Här beskrivs potentialen för skogsrester i form av grenar och toppar (GROT) och stubbar samt restprodukter från skogsindustri och energiskog.

GROT och stubbar

Total praktisk potential: 490 000 ton TS GROT och stubbar fördelat på 110 000 ton TS GROT vid gallring, 190 000 ton TS GROT vid föryngring/avverkning och 190 000 ton TS stubbar.

Användningsområden: GROT används främst som bränsle i förbränningspannor om det tas till vara på idag. Stubbar skördas mycket sällan i dagens skogsbruk.

Kommentar: GROT står för grenar och toppar och är avverkningsrester som blir över efter gallring och avverkning. I modelleringen *Skogliga konsekvensanalyser 2015* tas hänsyn till vilka mängder som enligt Skogsstyrelsens rekommendationer är ekologiskt hållbara att ta ut i samband med avverkning och gallring. Enligt statistik från Skogsstyrelsen togs i genomsnitt ca 108 000 ton TS ut i form av GROT vilket motsvarar strax över 20 % av den praktiska potentialen. För att GROT och stubbar ska kunna användas som råvara i drivmedelsframställningen måste förgasningstekniken kommersialiseras.

Rester från skogsindustrin

Total praktisk potential: 115 300 – 120 000 ton TS från sågverken

Användningsområden: Pappers- och massaindustrin använder nästintill alla biprodukter internt för att återvinna kemikalier vid kemisk massaproduktion och generera värme och el till produktionen. Sågverken använder ca 10 procent av sina biprodukter internt och säljer över hälften till pappers- och massaindustrin. Ca 35 procent av biprodukterna går till biobränsleproduktion eller andra användningsområden.

Kommentar: Det är mycket otroligt att pappers- och massaindustrins biprodukter kommer att gå att konkurrera om för drivmedelsframställning om det inte kan göras

i samverkan med industrin likt det Preem, Renfuel och Rottneros ska testa. Hos sågverken är det de 35 % som går till biobränsleproduktion eller andra användningsområden som troligtvis är de som är lättast att konkurrera om. Det är även utifrån dessa mängder som potentialen har räknats fram. Idag får den outnyttjade potentialen från skogsindustrin anses vara 0 ton TS. Vid antagandet att alla restprodukter från sågverken är möjliga att konkurrera om finns upp till 258 200 ton TS.

Energiskog

Total praktisk potential: 7 866 ton TS

Användningsområden: Salix används som bränsle för att producera värme samt el i de fall som det förbränns i ett kraftvärmeverk.

Kommentar: Dagens outnyttjade potential i form av energiskog (här valt salix) får antas vara 0 ton TS då det är osannolikt att salix odlas utan att användas.

Lönsamheten i salixodlingarna kan anses tveksam då arealen för energiskog minskat kraftigt under de senaste 10 åren. För att salix (eller annan energiskog) ska kunna börja användas som råvara i drivmedelsproduktion behöver förgasningstekniken kommersialiseras.

5.2.7 Potential för biodrivmedelsproduktion från biomassa i Sverige

En svensk forskargrupp vid IVL Svenska Miljöinstitutet och Lunds universitet har gjort uppskattningar av hur stor den svenska biodrivmedelsproduktionen kan vara 2030.¹⁸ Gruppen har gjort både en mer försiktig och en mer offensiv uppskattning. Den mer försiktiga uppskattningen kommer fram till ungefär 15 TWh svensktillverkade drivmedel, medan den mer offensiva uppskattningen ger ungefär 28 TWh svensktillverkade drivmedel 2030.

Studien ser störst potential för biogas från rötning både i det försiktiga och i det ambitiösa scenariot. Som mest skulle det kunna finnas en produktion på 9,5 TWh biogas. Den största ökningen tros kunna komma från samrötningsanläggningar och gårdsanläggningar. Användningen av slam från avloppsreningsanläggningar är redan utbyggd och bedöms inte kunna utvidgas i någon större utsträckning, vilket även har visats i den aktuella kartläggningen av Örebro län.

I den försiktiga bedömningen uppskattas etanol vara ett alternativ som kan öka genom att de anläggningar som finns i dag används fullt ut. Inga nya anläggningar för grödebaserad etanol planeras dock och EU sätter ett tak för användningen av dessa råvaror, vilket ligger till grund för bedömningen. Den större etanolproduktion som

¹⁸ Martin, M. et al. (2017). Assessing the aggregated environmental benefits from by-product and utility synergies in the Swedish biofuel industry. *Biofuels* 2017.

syns i det offensiva scenariot gäller lignocellulosabaserad etanol. I båda scenarierna tros svensk etanoltillverkning kunna ge 3–4 TWh drivmedel.

I det försiktiga scenariot tillverkas 2 TWh HVO, vilket motsvarar den maximala kapaciteten för dagens anläggningar. I den offensiva bedömningen skulle Sverige kunna tillverka 4 TWh HVO 2030, och det största bidraget skulle komma från tallolja.

Sverige bedöms kunna tillverka 2 TWh FAME 2030. Inga nya anläggningar antas byggas, och antagandet utgår från att de anläggningar som finns i dag används fullt ut.

Inom ramen för Energimyndighetens uppdrag om att på myndighetsnivå samordna omställningen av transportsektorn till fossilfrihet har Energimyndigheten, Naturvårdsverket, Trafikanalys, Trafikverket, Transportstyrelsen och Boverket kommit fram till slutsatsen att den totala nettoproduktionen av biodrivmedel för transporter – skulle kunna vara 17–18 TWh 2030.¹⁹

Trafikverket tror att det kan komma att finnas 10 TWh biodrivmedel till vägtrafiken 2030 om den svenska produktionen samtidigt ska räcka till andra trafikslag och arbetsmaskiner.²⁰

5.3 Ladd- och tankinfrastruktur för förnybara drivmedel

Här redovisas en kartläggning av infrastrukturen för förnybart drivmedel, i form av laddstationer för laddbara fordon och tankstationer för olika biodrivmedel (HVO, FAME, etanol och biogas). I kartläggningen har även vätgas ingått, men i dagsläget finns inga stationer av vätgas i Örebro län (det finns endast fyra vätgasmackar i landet). Först redovisas infrastrukturen på länsnivå för att sedan visas på respektive Örebro och Karlskoga kommunnivå.

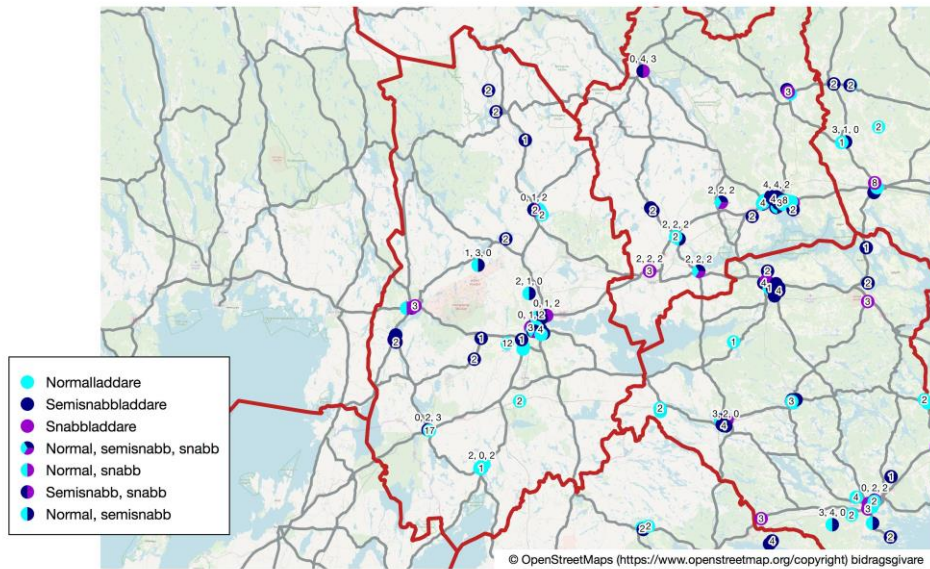
5.3.1 Laddinfrastruktur

Länets laddinfrastruktur för laddning av elfordon framgår av Karta 5.1. nedan. Det finns per dagens datum 75 st publika laddpunkter för elfordon i Örebro län. Dessa inkluderar såväl snabbladdning (DC) som normalladdning (AC). Den geografiska täckningen är baserad på de större tätorterna och vägnätet med färre laddare i glesbygdsområdena och fler i tätbebyggda orter.

¹⁹ Energimyndigheten (2016). Förslag till styrmedel för ökad andel biodrivmedel i bensin och diesel. En rapport inom uppdraget Samordning för energiomställning inom transportsektorn.

²⁰ Trafikverket (2018). PM 2018-02-25. Minskade utsläpp men snabbare takt krävs för att nå klimatmål.

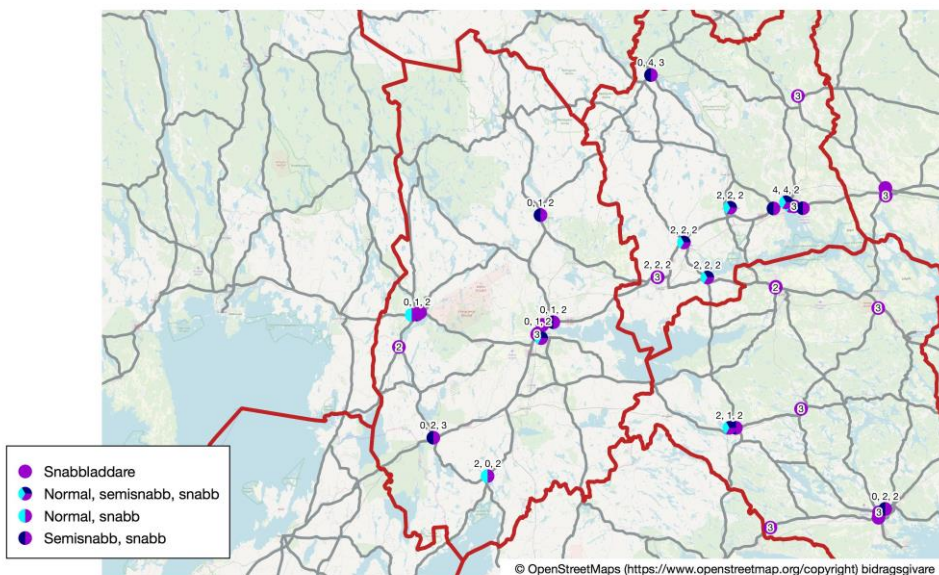
Publika laddstationer i Örebro län



Karta 5.1 Laddstationer i Örebro län

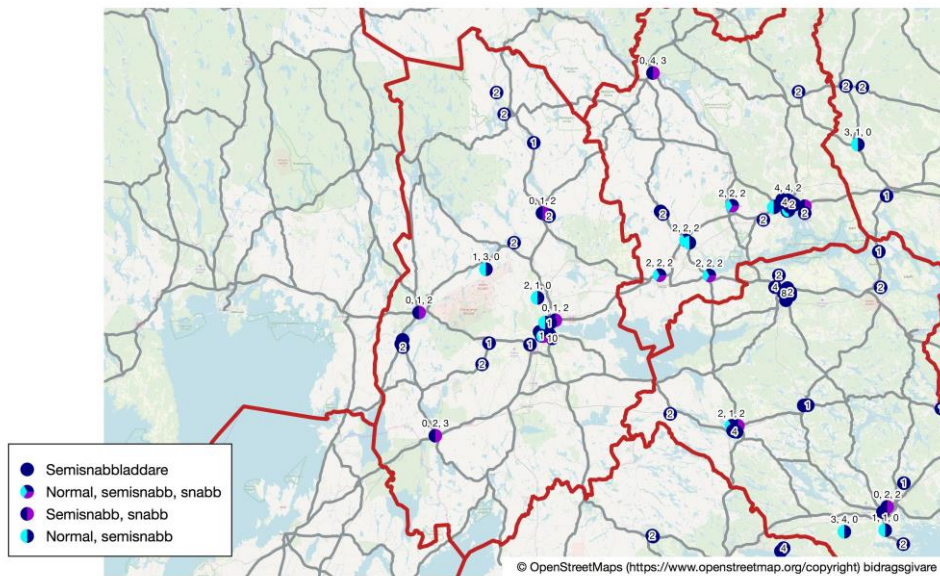
Följande kartor visar laddinfrastrukturen uppdelat på snabb-, seminabb- och normalladdare.

Publika laddstationer (snabb) i Örebro län



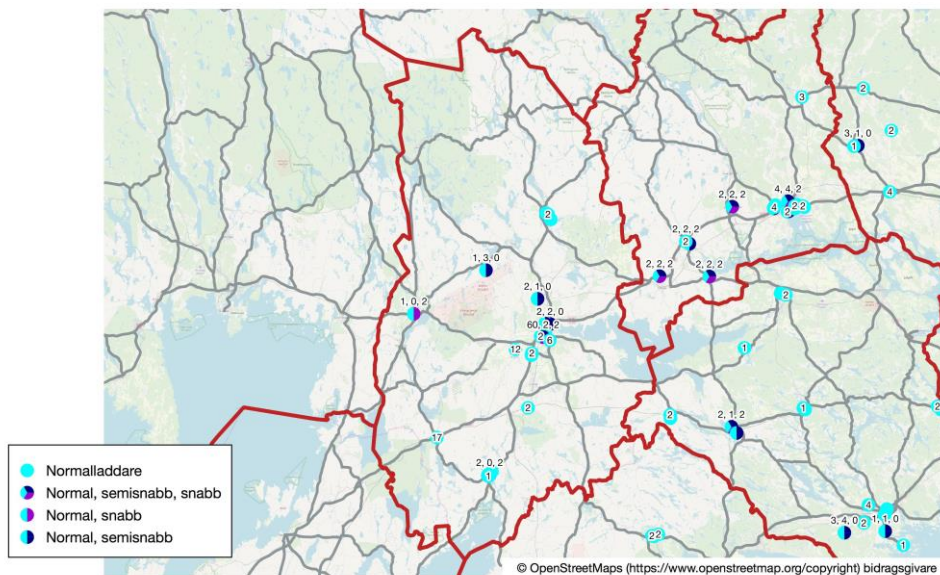
Karta 5.2 Snabbladdare i Örebro län

Publika laddstationer (semisnabb) i Örebro län



Karta 5.3 Semisnabba laddare i Örebro län

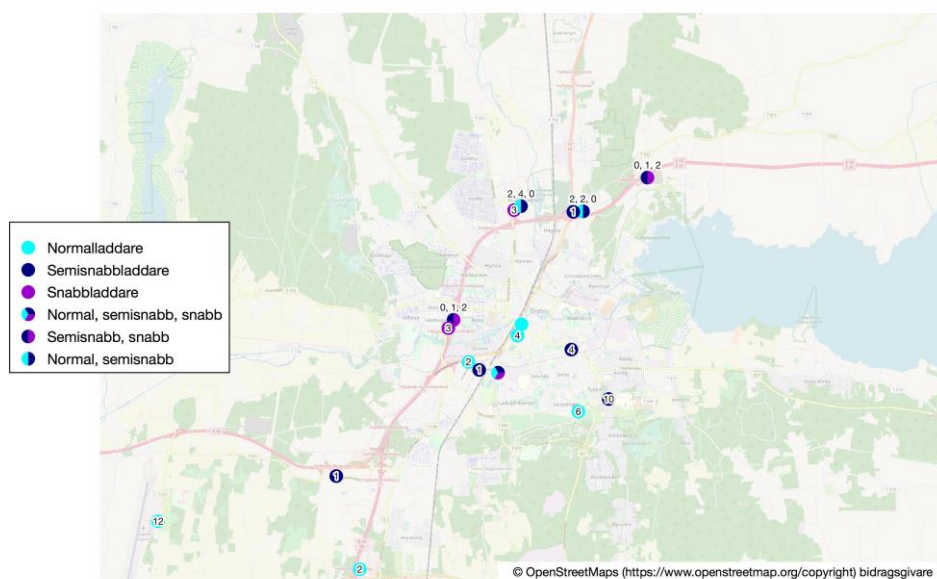
Publika laddstationer (normal) i Örebro län



Karta 5.4 Normalladdare i Örebro län

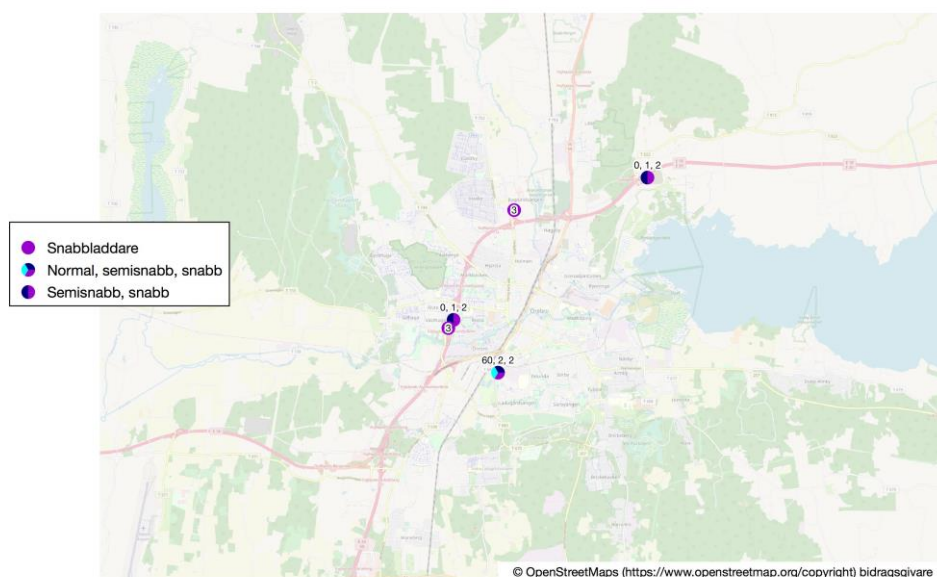
Laddinfrastrukturen i Örebro och Karlskoga framgår av följande Karta 5.5. - Karta 5.9. Dessa kartor utgör en in-zoomning av infrastrukturen för just dessa två största orter i länet.

Publika laddstationer i Örebro



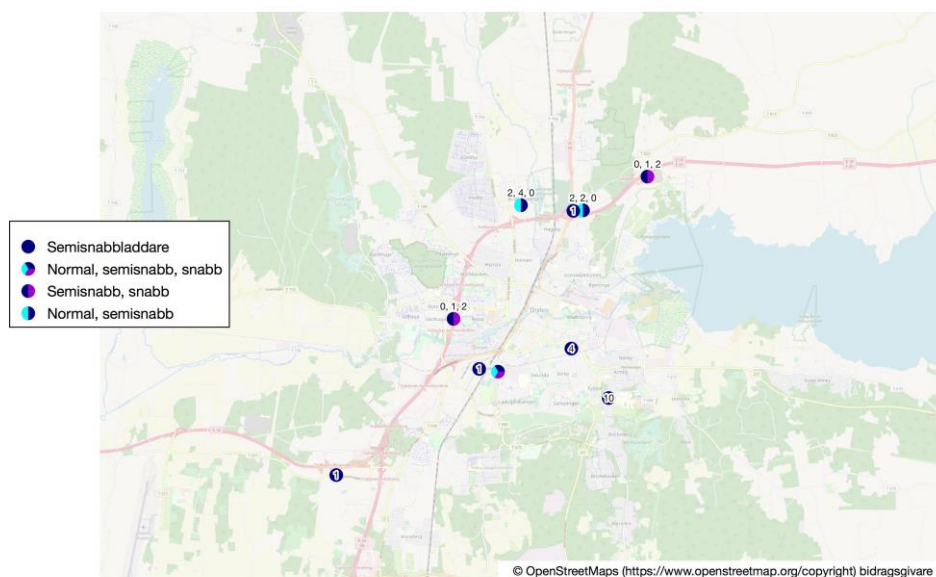
Karta 5.5 Laddare i Örebro

Publika laddstationer (snabb) i Örebro



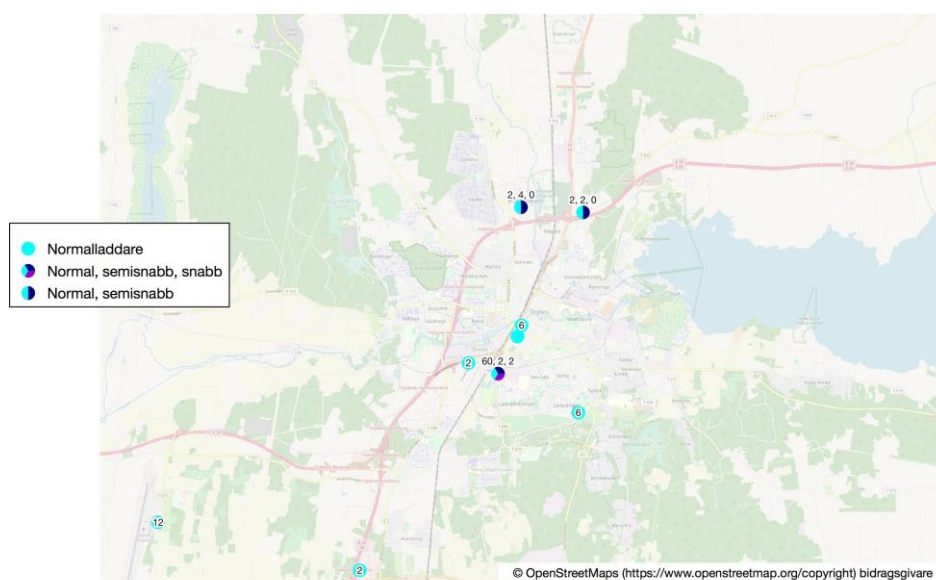
Karta 5.6 Snabbladdare i Örebro

Publika laddstationer (semisnabb) i Örebro



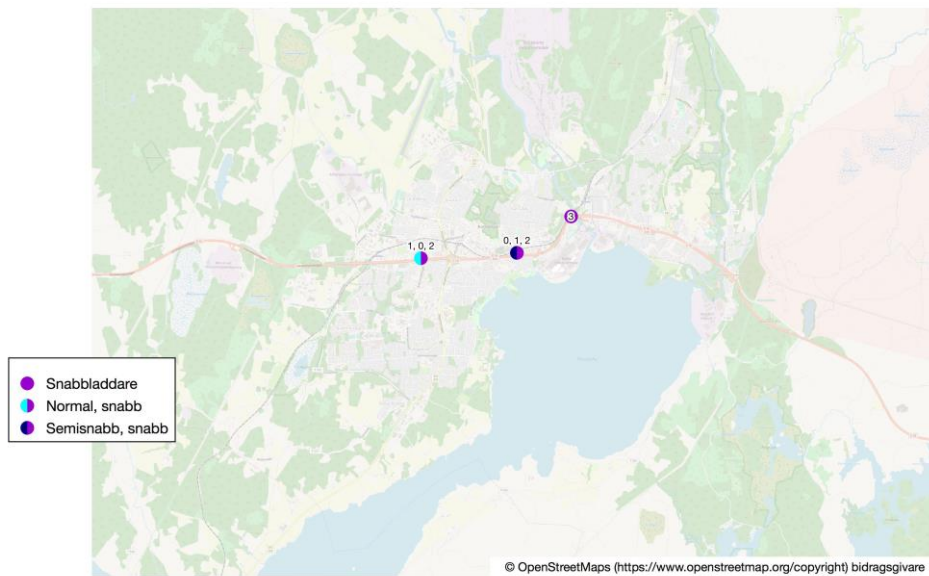
Karta 5.7 Semi-snabbladdare i Örebro

Publika laddstationer (normal) i Örebro



Karta 5.8 Normalladdare i Örebro

Publika laddstationer i Karlskoga

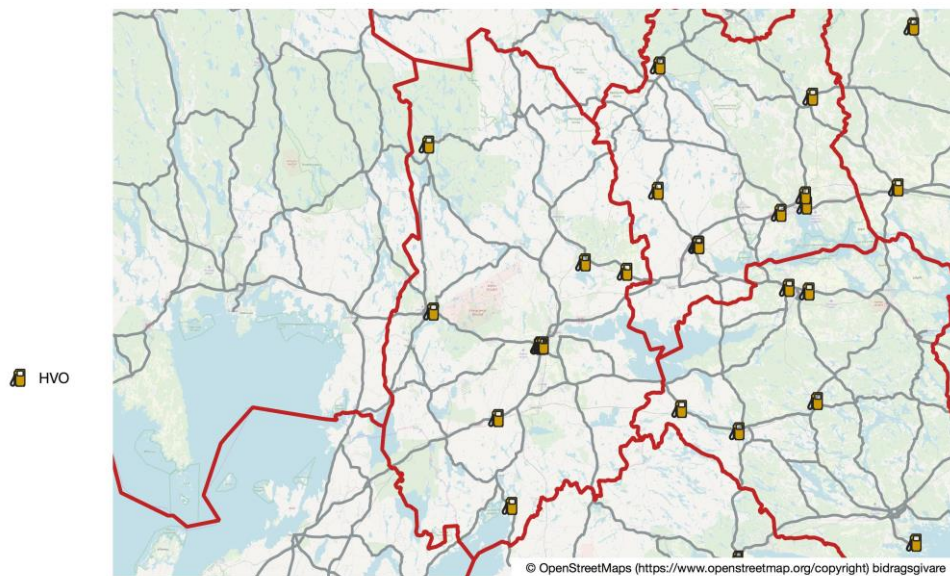


Karta 5.9 Laddstationer i Karlskoga

5.3.2 HVO

Det finns 10 stycken tankstationer för HVO i länet (se Karta 5.10).

HVO i Örebro län

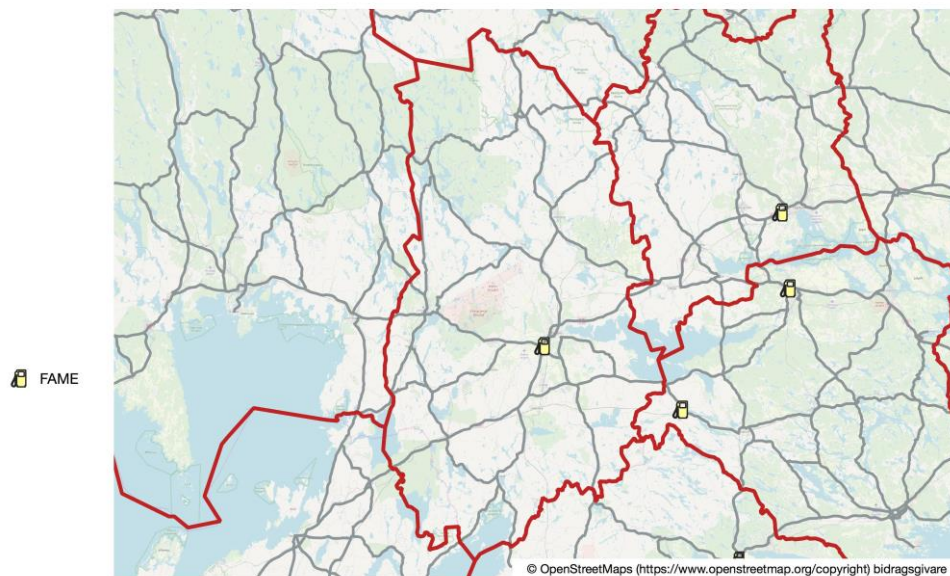


Karta 5.10 HVO-tankstationer i Örebro län.

5.3.3 FAME

Det finns 1 tankstation i länet som erbjuder FAME, i form av RME. Denna tankstation ligger i Örebro. Se Karta 5.11.

FAME i Örebro län

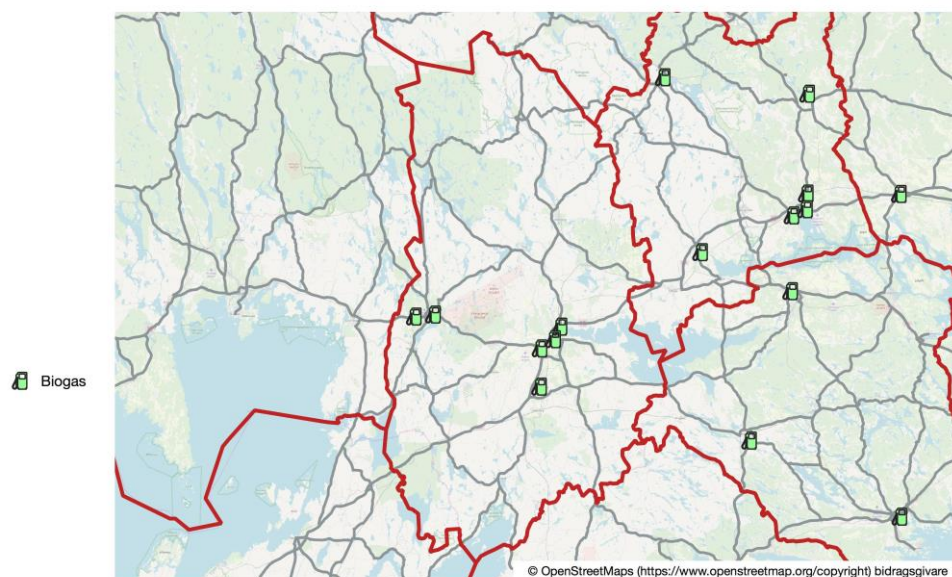


Karta 5.11. FAME-tankstationer i Örebro län.

5.3.4 Biogas

Det finns totalt 6 stycken tankstationer för biogas i länet som framgår av Karta 5.12 nedan.

Biogas i Örebro län

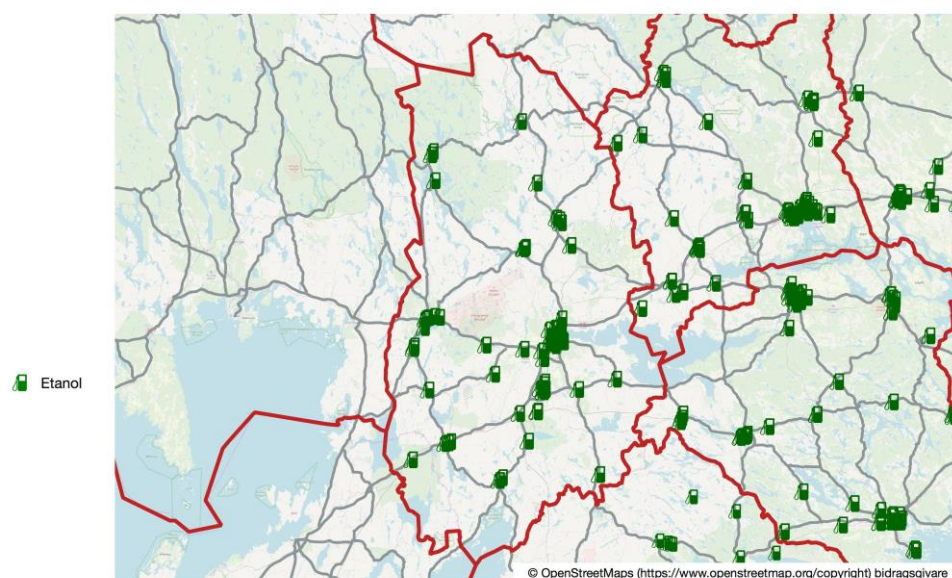


Karta 5.12. Biogas-tankstationer i Örebro län.

5.3.5 Etanol

Det finns 62 stycken tankstationer för E85 i länet. Se Karta 5.13.

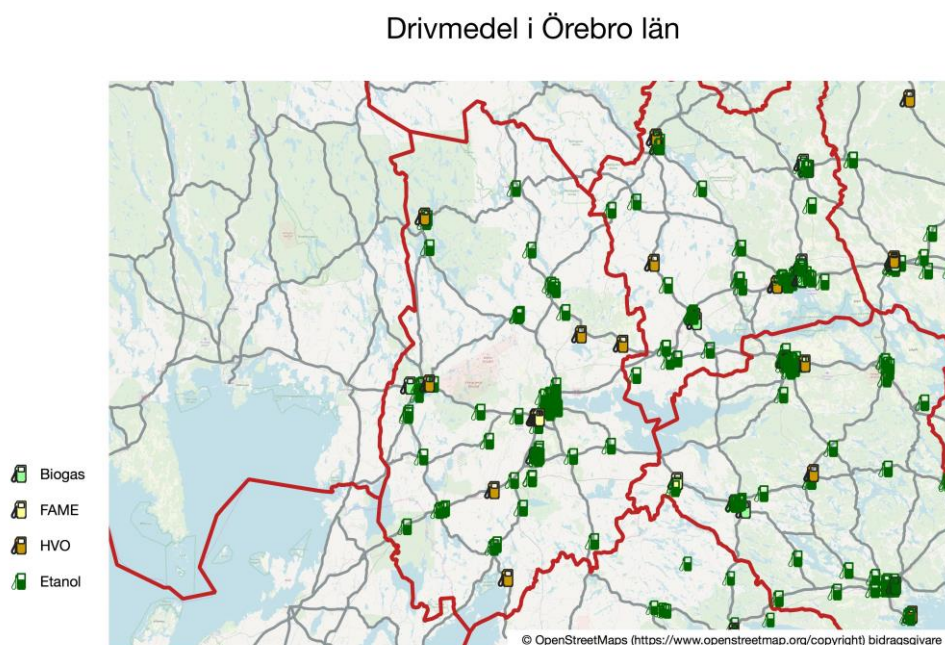
Etanol i Örebro län



Karta 5.13. Etanol (E85)-tankstationer i Örebro län.

5.3.6 Översiktskarta över tankinfrastruktur i Örebro län

Nedan visas en översiktskarta med tankinfrastruktur markerad (Karta 5.14). Denna utgör ett aggregat av alla de tidigare kartorna över ladd- och tankinfrastruktur på länsnivå samlat i en enda karta.



Karta 5.14 Översiktlig karta över regionen med drivmedelsinfrastruktur markerad. Dock utan E85.

I EU:s infrastrukturdirektiv²¹ (artikel 7) anges att varje medlemsland ska säkerställa att uppgifter som anger geografisk placering av för allmänheten tillgängliga laddnings- och tankstationer för alternativa drivmedel (direktivet omfattar el, fordonsgas och vätgas) även ska tillhandahållas allmänheten. Regeringen har i sitt handlingsprogram för infrastrukturen för alternativa drivmedel inte angett hur dessa uppgifter ska tillhandahållas. I dagsläget finns ingen tjänst som samlar information om tank- och laddstationer för förnybara drivmedel på nationell nivå. Myndigheter, regioner/landsting och kommuner såväl som privatpersoner och näringsliv är hänvisade till att söka på olika drivmedelsleverantörers hemsidor samt olika karttjänster efter tank- och laddinfrastruktur. Det vore önskvärt om det fanns en nationell samordning av uppgifter för tank- och laddinfrastruktur för förnybara

²¹ Direktiv 2014/94/EU om utbyggnad av infrastrukturen för alternativa bränslen

drivmedel och Sverige är som ovan beskrivet dessutom enligt infrastrukturdirektivet ålagda att säkerställa att dessa uppgifter tillhandahålls. En tänkbar lösning kan därför vara att en statlig myndighet ges i uppdrag att säkerställa att det tillhandahålls information om var det finns tank- och laddinfrastruktur för förnybara drivmedel. Detta skulle underlätta mycket i det fortsatta arbetet med att planera och följa upp arbetet med utbyggnad av infrastruktur för förnybara drivmedel och inte minst underlätta mycket för alla fordonsägare som behöver veta var man kan tanka/ladda förnybart.

6. Ideallägesanalys

Här görs en ideallägesanalys som utgör det målläge som klimatmålen för region Örebro län representerar. I den följande scenarioanalysen utgör således idealläget målet och nuläget startpunkten för respektive scenario.

6.1 Region Örebro läns klimatmål

2008 skrev Länsstyrelsen och det dåvarande kommunala samverkansorganet Regionförbundet Örebro gemensamt under en inriktning för att minska och avveckla fossilbränsle för uppvärmning. Då sattes målet att utsläppen av växthusgaser skulle minska med 25 procentenheter från 2005 års nivå till år 2020. 2016 kunde man konstatera att målet var uppnått redan året dessförinnan 2015 då länet hade minskat utsläppen med 26 procentenheter.

Länsstyrelsen och Region Örebro län har nu reviderat målen och tagit fram en förnyad ännu ambitiösare energi- och klimatplan för åren 2017 – 2020 (Energi- och klimatprogram för Örebro län 2017-2020). Målen för region Örebro är motsvarande de nationella målen med en minskning med 70 procent till år 2030 jämfört med 2010 års nivå,

6.2 Målläget för backcasting och scenarioanalys²²

Målet för växthusgas-utsläppen från transportsektorn som används i detta arbete är de som anges i klimatlagen och de klimatmål som riksdagen beslutade om i juni 2017 och som redan upprepats ett flertal gånger: Växthusgasutsläppen från regionens transporter ska minska med 70 procent fram till år 2030 jämfört med år 2010.

Analysmodellen identifierar de totala utsläppen av växthusgaser från transporter i Örebro län år 2010 uppgå till 842 860 ton CO₂e²³. En reduktion av dessa utsläpp motsvarande 70 procent ger ett målvärde på 252 858 ton CO₂e år 2030. Detta utgör det mål som backcastingen baseras på och som man måste nå genom de här nedan redovisade scenarierna.

²² För en diskussion om den generella problematiken med att identifiera värden för målläget i analysen hänvisas till bilaga 4.

²³ http://www.airviro.smhi.se/cgi-bin/RUS/apub.html_rusreport.cgi. Nedladdad 2018-09-30.

7. Backcasting- och scenarioanalys

I denna del redovisas de sex scenarier som utvecklats med hjälp av backcastingtekniken. Avsnittet är upplagt så att först diskuteras profilerna för respektive scenario samt parametrarna för dessa. Efter det redovisas resultaten av de sex scenarierna med avseende på växthusgasutsläppen. Slutligen diskuteras några implikationer av de val som måste göras då vi också bedömer ”småttan” i dessa åtgärder för både samhället och transportsektorn. Denna smärtbedömning är gjord utifrån omfattningen på de åtgärder som bedöms som nödvändiga för scenariot.

7.1. Backcastinganalys: Identifiering av sex scenarioprofiler

Alla sex scenarier tar sin utgångspunkt i idealläget 252 858 ton CO₂e i utsläpp från transportsektorn i region Örebro län år 2030. Varje scenario utgör en kombination av åtgärder som steg för steg för regionen mot målet 2030. Det betyder att scenarierna är kumulativa, dvs. de bygger på varandra och för att nå målet måste alla åtgärder som återfinns i respektive scenario genomföras. Dock inte nödvändigtvis i den ordning som de redovisas här. De är oberoende scenarier vilket betyder att ordningen som de införs i inte har någon betydelse för utfallet i termer av växthusgasutsläpp. Vi återkommer till detta senare i diskussionen.

Nuläge (Scenario A)

Detta är nuläget och innefattar inga åtgärder alls, dvs. ett business-as-usual-scenario. Med ett sådant scenario så kommer 2030-målet aldrig att nås utan målet kommer överskjutas med en faktor 3,5.

Första scenariot: Effektivisering (Scenario A-B)

Detta scenario utgör ett läge där åtgärder för effektiviseringar har införts i transportsystemet. Samtliga personbilers motorer har gjorts 10 procent effektivare, beräknat som motsvarande minskning av bränsleförbrukning per kilometer. Detta scenario bedöms inte ”småttan” särskilt mycket och utgör ingen svår omställning. Åtgärden bedöms som enkel och ligger redan i pipeline som en del av fordonsindustrins kontinuerliga förbättrings- och effektiviseringsarbete och normala innovationstakt. Det betyder att inga särskilda åtgärder från regionens sida krävs. Inte heller i detta scenario nås målet utan man överskjuter det med faktor ca. 3. Enbart effektiviseringsåtgärder i transportsystemet är således inte en strategi man kan förlita sig på för att nå målet 2030.

Andra scenariot: Effektivisering med rekyl-effekt (Scenario A-B Rebound)

Med effektivare motorer finns det dessutom en risk att vi får en rekyl-effekt om det bidrar till att människor kör mer bil. Storleken på denna risk är svårbedömd, liksom

omfattningen av rekylen, men här har vi räknat på att samtliga personbilers motorer har gjorts 10 procent effektivare omsatt som motsvarande minskning av bränsleförbrukning per kilometer (som i Scenario A-B), men att detta också ökar den totala körsträckan med 10 procent. Detta är en beteendeeffekt som gör att minskade utsläpp äts upp av ett ändrat beteende som kan spela in i detta scenario. Vi har därför inkluderat denna rekyleffekt som visar att vi då kommer överskjuta målet ungefär lika mycket som i Scenario A.

Detta scenario är dock endast med som en jämförelse av denna typ av beteendemässiga oavsedda och svårförutsägbara effekter mot huvudscenariot. De påföljande scenarierna bygger alltså *inte* på detta rekylscenario, utan på Scenario A-B utan rekyleffekt.

Tredje scenariot: Beteende (Scenario A-B-C)

I detta scenario har vi kombinerat åtgärder som alla har med beteenden att göra. Bland annat ökar antalet cyklar i trafiken, beläggningen i både bilar och bussar ökar, dvs. man samåker mer och åker mer kollektivt. Samtidigt ersätts ett antal dieselbussar med gasbussar. Följande parametrar har införts i modellen:

- Befintliga 6 454 stycken etanol-bilar som idag körs på bensin återgår till etanol (E85)
- Dubblering av antal cyklar från 5 000 till 10 000 (detta ger dock marginell påverkan i resestatistiken)
- Beläggning i bilar ökas till 1,3 från 1,2
- Beläggning i buss ökas från 15 till 20 personer
- Körsträckor med bil minskas med 20 procent
- Antalet dieselbilar minskas med 10 procent
- 162 dieselbussar ersätts med gasbussar

Smärtan i detta scenario är högre än i Scenario A-B, men bedöms fortsatt som relativt låg, även om vi introducerar åtgärder som fordrar ett ändrat beteende vilket alltid innebär visst motstånd. Med dessa åtgärder överskjuter vi målet 2030 med en faktor ca. 2,5.

Fjärde scenariot: Beteende+ (Scenario A-B-C-D)

I detta scenario introduceras ytterligare beteendeförändringar i form av att beläggningen i bilar ökas från 1,3 till 1,4, dvs. samåkandet ökar ytterligare. Dessutom ersätts 4 884 lätta dieseldrivna lastbilar med motsvarande mängd gasdrivna lastbilar.

Detta steg innebär ett ytterligare ökat utnyttjande av personbilar vilket alltid innebär motstånd. Övergången till gaslastbilar bedöms inte innebära en särskilt svår omställning. Åtgärderna ger endast marginell effekt och vi överskjuter målet 2030 med en faktor ca. 2,5 i detta scenario också.

Femte scenariot: Förnybart (Scenario A-B-C-D-E)

I detta scenario införs mer omfattande åtgärder. Övergången från bensin- och dieselbilar till gas- och elbilar tar fart. Elbussar introduceras i kollektivtrafiken. I godstrafiken tar övergången från dieseldrivna fordon till gasdrivna fordon samt laddhybrider fart. Detta steg innebär stora förändringar för såväl privatbilisten som yrkestrafiken. Följande parametrar har införts i modellen:

- Antalet bensindrivna bilar minskas med 43 861 stycken
- Antalet gasdrivna bilar ökas med 25 000 stycken
- Antalet dieselbilar minskas med 23 167 stycken
- Antalet elbilar ökas med 28 167 stycken
- 100 stycken dieseldrivna bussar ersätts med eldrivna bussar
- 3 000 dieseldrivna lätta lastbilar tas bort
- 650 dieseldrivna lastbilar tas bort
- 500 gasdrivna (komprimerad gas [CBG och CNG]) lastbilar för stadsdistribution introduceras
- 1 000 dieseldrivna laddhybrid-lastbilar introduceras
- 2 000 ytterligare gasdrivna ([CBG och CNG]) lätta lastbilar introduceras
- 150 gasdrivna (flytande gas [LBG och LNG]) lastbilar introduceras
- Traktorer körs på HVO100
- Komprimerad gas består av 95 % biogas och 5 % fossilgas. Flytande gas består av 50 % biogas och 50 % fossilgas

Smärtan i dessa förändringar bedöms som omfattande och utgör en svår omställning. Trots detta överskjuter detta scenario målet med en faktor ca. 2 dvs. vi släpper ut dubbelt så mycket växthusgaser i atmosfären än vad målet medger. Det sista steget innebär således en halvering av utsläppen jämfört med detta scenario. Det är en stor utmaning och svår omställning från ett scenario som redan i sig utgör en mycket svår omställning.

Sjätte scenariot: Förnybart+ (Scenario A-B-C-D-E-F)

I detta scenario utökas åtgärderna som introducerades redan i det förra scenariot. Ytterligare gasdrivna personbilar tillkommer och blir totalt 45 000 bilar enbart i region Örebro län. Det är lika många gasbilar i Örebroregionen som vi har totalt i hela landet idag 2018. Ytterligare elbilar tillkommer och uppgår nu till totalt knappt 50 000 i regionen. Det är en kraftig ökning. Alla gasfordon drivs med komprimerad eller flytande biogas. All bensin är inblandad med 40 procent etanol och all diesel är inblandad med 50 procent HVO. Utöver detta beräknas både person och lastbilar ha 30 procent effektivare motorer jämfört med nuläget i Scenario A. Följande parametrar har införts i modellen:

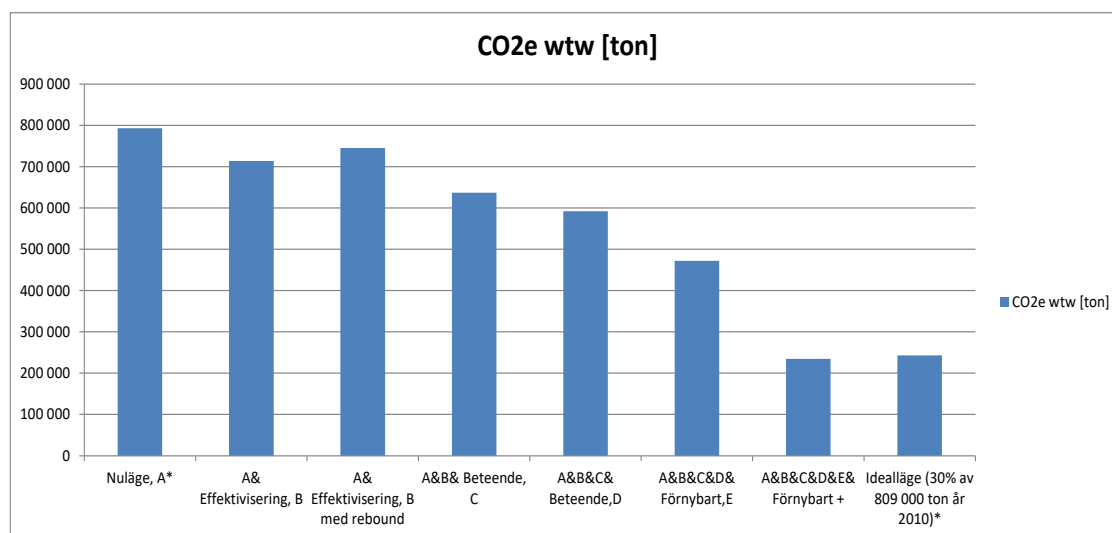
- Personbilar bedöms ha minskat sin bränsleförbrukning med 30 procent i jämförelse med nuläget
- Antalet bensindrivna bilar minskas med ytterligare 20 000 stycken
- Antalet gasdrivna bilar ökas med 20 000 stycken
- Antalet dieseldrivna bilar minskas med ytterligare 10 000 stycken
- Antalet elbilar ökas med 20 000 stycken

- 32 stycken dieselbussar ersätts med 32 stycken eldrivna bussar
- Etanol blandas in till 40 procent i all bensin
- HVO blandas in till 50 procent i all diesel
- Lastbilar sänker sin bränsleförbrukning med 30 procent jämfört med nuläget
- Alla gasfordon drivs med 100 procent biogas (CBG/LBG och LNG/LBG)
- 5 000 stycken elcyklar är introducerad

Smärtan i dessa förändringar bedöms som stor och utgör en omfattande och svår omställning från ett läge som redan utgör en stor omställning. Detta gäller såväl privat- som yrkestrafiken och för såväl person- som godstrafiken. Sammantaget utgör de två sista scenarierna mycket omfattande omställningar såväl beteendemässigt som tekniskt. Men med dessa åtgärder nås målet 2030 om att minska utsläppen av växthusgaser till maximalt 252 858 ton CO₂e.

7.2 Resultat av scenarioanalysen

Som redan nämnts så utgör de sex scenarierna steg på vägen från ett nuläge i Scenario A till ett mål år 2030 i termer av ett idealläge och vidare mot en fossilfri transportsektor 2045 via en minskning av utsläppen med 70 procent 2030 från 2010-års nivå. Figur 7.1 sammanfattar resultaten av backcasting- och scenarioanalysen från avsnitt 7.1.



Figur 7.1 Resultatsammanfattning av backcasting- och scenarioanalysen

Den första stapeln utgör nuläget och Scenario A medan den sista stapeln utgör idealläget och målet 2030. Observera att staplarnas ordning vare sig är fix eller utgör någon tidsmässig indikering. Det enda tidsmässiga restriktion vi har är att alla åtgärder i alla scenarier måste genomföras och få effekt till 2030 om idealläget skall nås och målet hållas.

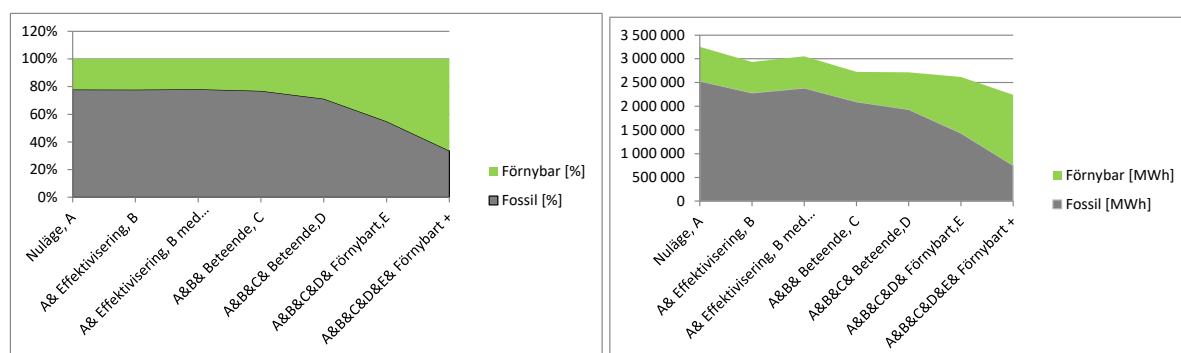
Den tredje stapeln har en unik status i figuren. Den representerar Scenario A-B 'Effektivisering med rekyl-effekt' (betecknad "rebound" i figuren). Följande staplar bygger således *inte* på denna stapel utan på stapel nummer två i figuren. Tabell 7.1 nedan visar vägen mot idealläget i absoluta tal växthusgasutsläpp.

Tabell 7.1 Avvecklingen av växthusgasutsläppen på väg mot målet 2030.

Scenarios i förhållande till 809 000 ton år 2010	CO2e wtw [ton]	Andel [%]
Nuläge, A*	792 925	98%
A& Effektivisering, B	713 880	88%
A& Effektivisering, B med rebound	745 281	92%
A&B& Beteende, C	636 825	79%
A&B&C& Beteende,D	591 903	73%
A&B&C&D& Förnybart,E	471 935	58%
A&B&C&D&E& Förnybart +	234 798	29%
Idealläge (30% av 809 000 ton år 2010)*	243 000	30%

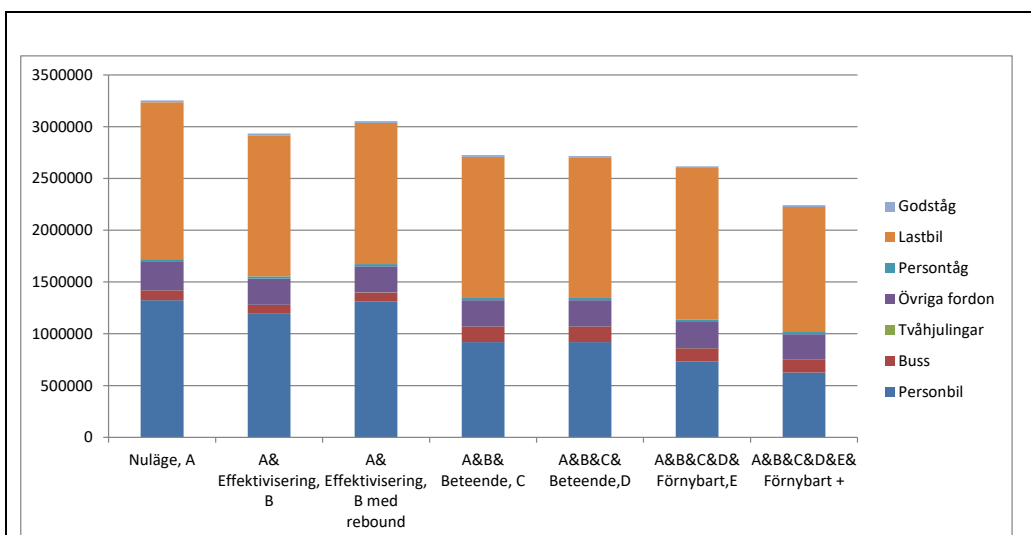
Figur 7.1 och Tabell 7.1 beskriver vägen mot målet 2030 i termer av volymer växthusgasutsläpp. Men det är också intressant att se utvecklingen som fördelningen mellan fossila och förnyelsebara drivmedel och hur dessa fördelar sig mellan de olika trafikslagen och drivmedelstyperna.

Figur 7.2 visar fördelningen mellan fossila och förnybara drivmedel på vägen mot målet 2030.

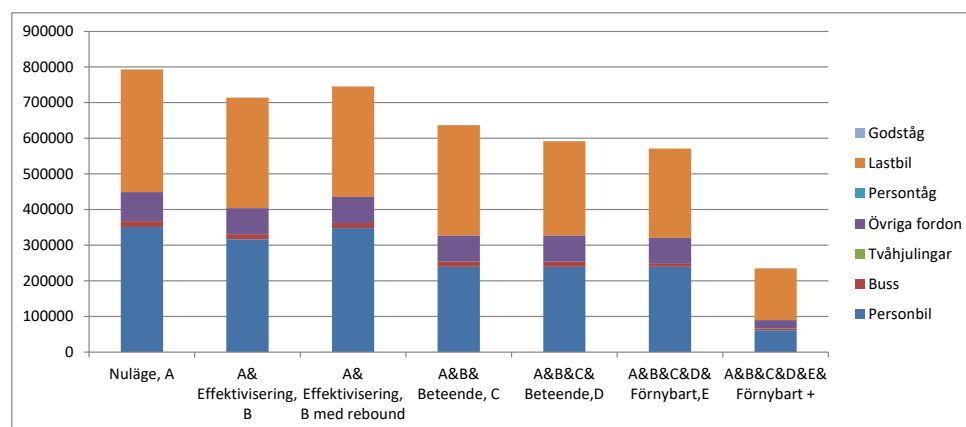


Figur 7.2 Fördelningen mellan fossila och förnybara drivmedel (MWh)

Målet nås genom energieffektivisering samt en övergång till förnybara drivmedel. Det förtjänar att upprepas att vi i dessa scenarier inte inkluderat någon ökning av transporterna eller resandet i regionen. En allmän tillväxt med ökande transporter omsatt till mer trafik gör denna utmaning ännu större. Figur 7.3 nedan visar utvecklingen fördelat över de olika trafikslagen både i termer av energianvändning och i termer av koldioxidkvivalenter.



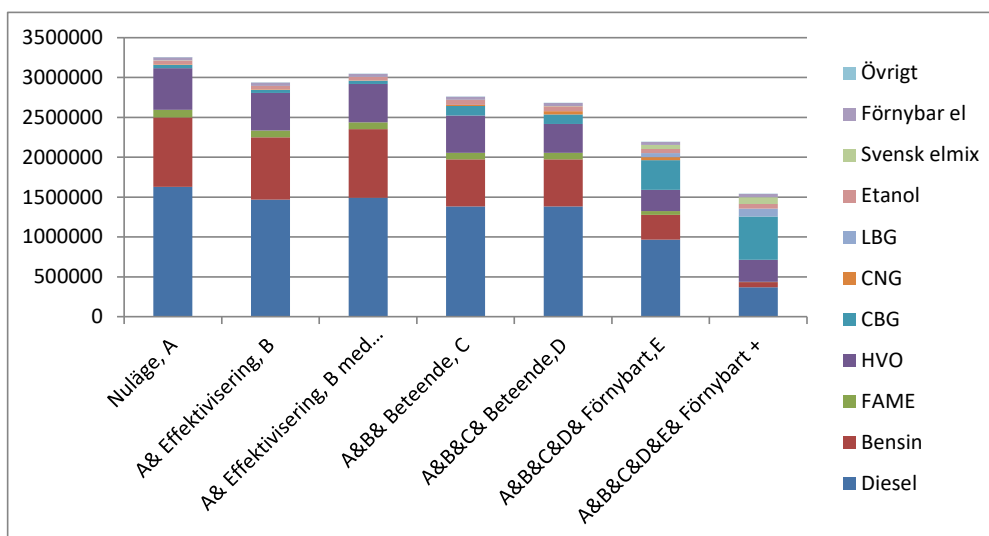
Box I: Vägen mot målet 2030 och fördelningen mellan trafikslag
(Energianvändning [MWh])



Box II: Vägen mot målet 2030 och fördelningen mellan trafikslag
(Koldioxidekvivalenter [ton])

Figur 7.3 Utvecklingen fördelat över de olika trafikslagen i termer av energianvändning och koldioxidekvivalenter.

Figur 7.4 nedan visar scenarioanalysens resultat avseende fördelningen mellan olika typer av drivmedel i de olika scenarierna.



Figur 7.4 Fördelningen mellan olika typer av drivmedel i de olika scenarierna (MWh).

7.3 Implikationer och vägval

Med de scenarier som redovisats ovan kommer målet för 2030 om 70 procent minskning av växthusgasutsläppen från 2010-års nivå att uppnås. Det kommer ge effekter på andelen fossila och förnybara drivmedel, på fördelningen mellan trafikslagen och mellan de olika drivmedelstyperna. I dessa analyser har vi antagit att transportvolymen inte skall öka, men heller inte minska. Det betyder att i alla scenarier skall i princip lika mycket gods kunna transporteras i regionens transportsystem och lika många människor färdas i regionens persontrafiksystm.

Detta är en utmaning eftersom trenden hittills i Sverige och i regionen liksom i övriga delar av den industrialiserade världen har gått mot ökade transportvolym och ökat resande. Tabell 7.2 visar hur godsvolymer och persontransporterna utvecklas genom de olika scenarierna i analysmodellen.

Tabell 7.2 Utvecklingen av godstransporterna och personresorna i regionen i scenarierna.

Scenario	Transportkollen	
	[pkm]	[tkm]
Nuläge, A	3 067 535 340	282 735 840
A& Effektivisering, B	3 067 535 340	282 735 840
A& Effektivisering, B med rebound	3 310 166 220	282 735 840
A&B& Beteende, C	2 872 644 344	282 735 840
A&B&C& Beteende, D	3 030 991 664	282 735 840
A&B&C&D& Förnybart, E	2 675 459 024	281 391 840
A&B&C&D&E& Förnybart +	2 624 075 856	281 391 840

För att nå målet 2030 har en viss minskning av individens mobilitet accepterats i modellen från 3,1 mdr personkilometer (pkm) till 2,7 mdr personkilometer (pkm). Godsvolymerna har hållits konstant på runt 282 miljoner tonkilometer (tkm). Med tanke på en allmän önskan om personlig rörlighet samt ökad handel kan denna restriktion utgöra ett hinder för genomförandet av de åtgärder som krävs i dessa scenarier.

Scenariernas sammansättning med uppdelade åtgärder är rent analytisk i detta arbete. I praktiken kommer förmodligen flera av åtgärderna att genomföras parallellt. Likaså är ordningen på genomförandet något som kan vara föremål för taktiska överväganden.

Olika åtgärder kommer att ”smälta” olika mycket. En rekommendation till regionen är därför att gå före och initialt göra offentliga transporter till en förebild. Eventuellt skulle även fokus kunna ligga på godstransporter som innebär färre fordon att påverka och som därmed kan vara enklare att få till stånd i jämförelse med privatbilismen. För båda dessa kategorier har regionen större rådighet att påverka.

7.4 Några bilder av omställningen baserat på scenarierna

Den omställning som genomförandet av de åtgärdscombinationer som de sex scenarierna utgör är omfattande och kommer påverka regionen på flera sätt. Dels får det effekter på privatbilismen, men också på kollektivtrafiken och på godstrafiken.

Vi har analyserat omställningen närmare med avseende på följande faktorer:

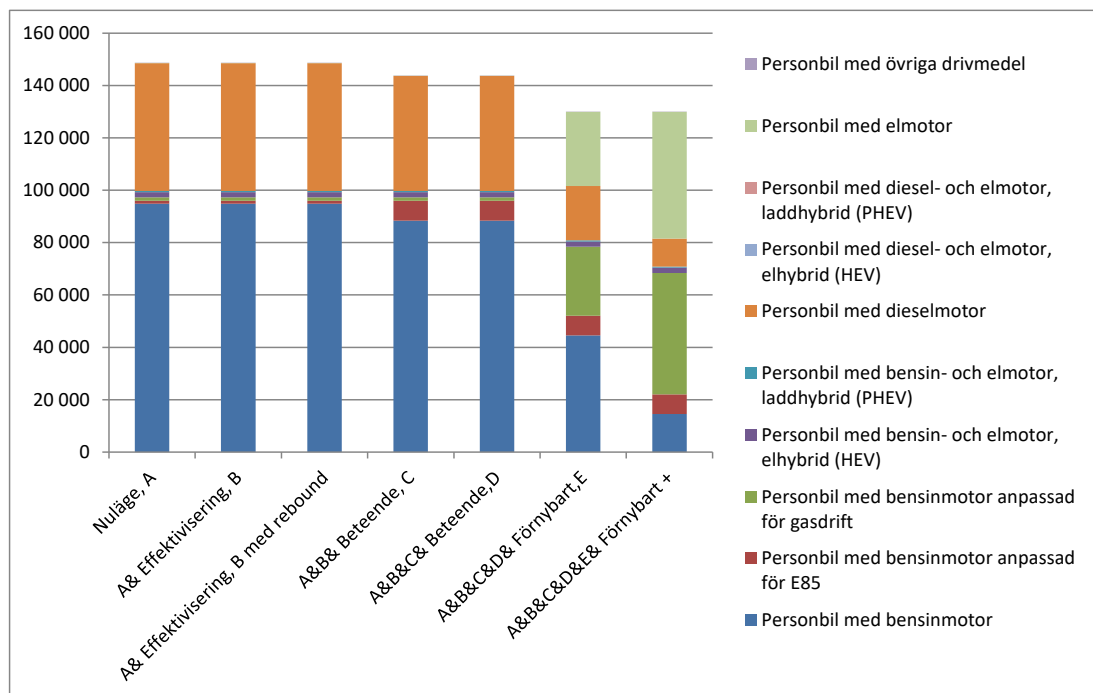
1. Utvecklingen av antalet personbilar i regionen och dess framdrivningsteknologi
2. Utvecklingen av antalet bussar i regionen och dess framdrivningsteknologi
3. Utvecklingen av antalet lastbilar i regionen och dess framdrivningsteknologi
4. Utvecklingen av antalet tvåhjulringar i regionen och dess framdrivningsteknologi

Dessa redovisas närmare nedan. Vad gäller utvecklingen av antalet terrängskotrar, traktorer etc. i regionen och dess framdrivningsteknologi så är mönstret ensartat över de olika scenarierna eftersom dessa påverkas i omställningen enbart genom förnybara bränslen såsom exempelvis HVO100 för traktorer år 2030. Det betyder att framdrivningsteknologierna som sådana är desamma i alla scenarierna, men att fordonen ändå blir bättre ur utsläppssynpunkt på grund av utfasningen av fossila bränslen och införandet av förnybara bränsleslag.

7.4.1 Omställningen avseende personbilar i regionen och dess framdrivningsteknologi

Omställningen avseende personbilar i regionen är omfattande. Figur 7.5 visar utvecklingen av antalet personbilar i regionen och dess framdrivningsteknologi i de olika scenarierna. Av denna figur framgår det att omställningen är kraftigast i de

senare scenarierna (Scenario A-B-C-D-E och A-B-C-D-E-F). Innan dess handlar det initialt om att få de bilar som kan köras på etanol (E85) att faktiskt göra det.

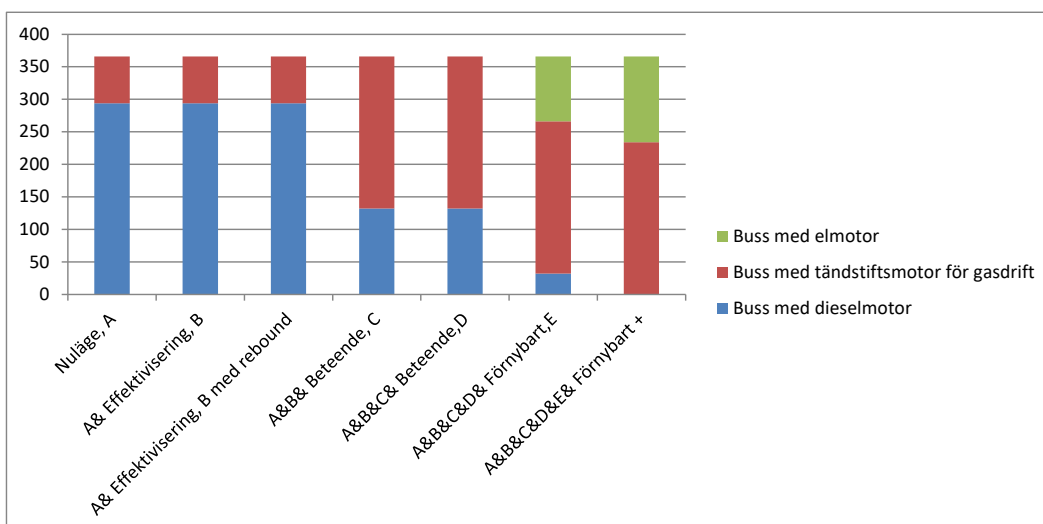


Figur 7.5 Utvecklingen av personbilar i regionen och dess framdrivningsteknologi i de olika scenarierna

Antalet personbilar antas totalt sett gå ner till år 2030 och av de personbilar som används ökar antalet bilar med bensinmotor anpassad för gasdrift och de med elmotorer ökar drastiskt. Om antalet bilar inte tillåts minska, men att dessa bilar är elbilar så kan 2030-målet ändå nås. Om dessa bilar däremot är bensinbilar så blir det svårt att nå målet. Antalet bilar med rena bensin- och dieselmotorer måste minska radikalt från nuvarande nivåer. I denna omställning rullar det knappt 50 000 elbilar och 45 000 gasbilar i regionen år 2030.

7.4.2 Omställningen avseende bussar i regionen och dess framdrivningsteknologi

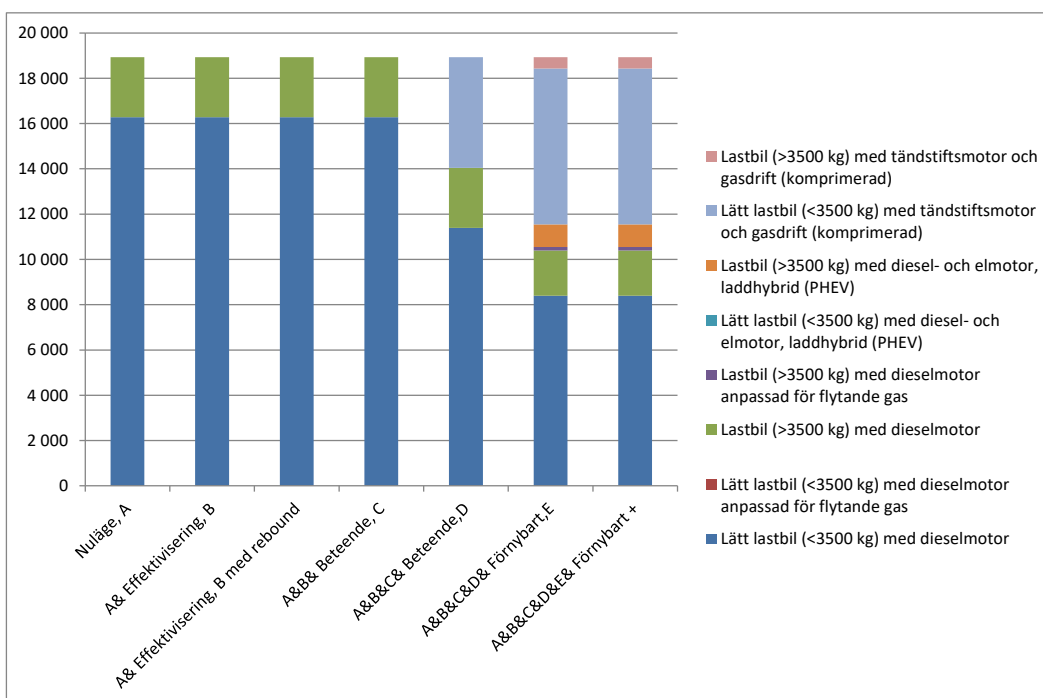
Omställningen avseende bussar i regionen tar fart i och med scenario A-B-C. Den stora omställningen består i en övergång från bussar med dieselmotorer till gasdrivna bussar. I ett andra steg introduceras eldrivna bussar i större skala och ersätter de sista dieseldrivna bussarna så att vi 2030 har en fordonsflotta av bussar drivna av el och biogas. Figur 7.6 visar utvecklingen av bussar i regionen och dess framdrivningsteknologi i de olika scenarierna.



Figur 7.6 utvecklingen av bussar i regionen och dess framdrivningsteknologi i de olika scenarierna

7.4.3 Omställningen avseende lastbilar i regionen och dess framdrivningsteknologi

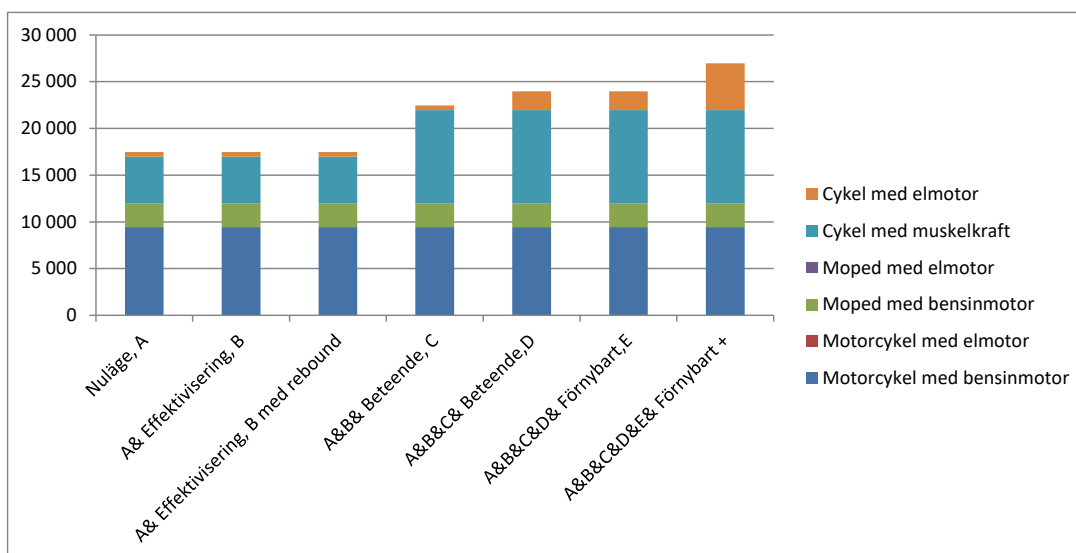
Omställningen avseende lastbilar i regionen tar fart i och med scenario A-B-C-D. Det handlar då främst om en övergång till gasdrivna fordon som ersättning för dieseldrivna fordon. I ett första steg används komprimerad gas och i ett senare steg flytande gas i bilar med dieselmotorer anpassade för flytande gas. Dessa utgörs huvudsakligen av tunga fordon över 3 500 kg. Figur 7.7 visar utvecklingen av lastbilar i regionen och dess framdrivningsteknologi i de olika scenarierna.



Figur 7.7 utvecklingen av lastbilar i regionen och dess framdrivningsteknologi i de olika scenarierna

7.4.4 Omställningen avseende tvåhjulningar i regionen och dess framdrivningsteknologi

Avslutningsvis vill vi nämna omställningen avseende tvåhjulningar i regionen. Även om denna omställning har mycket liten effekt på de totala utsläppen av växthusgaser är den intressant eftersom det kan ha andra värden. Dels är det bra för folkhälsan att fler rör på sig och cyklar, även om en del av tvåhjulningarna i framtiden kommer vara elektrifierade. Men det kan också finnas signalvärden i omställningen till tvåhjulningar som kan vara värda att beakta. Figur 7.8 visar utvecklingen av tvåhjulningar i regionen och dess framdrivningsteknologi i de olika scenarierna.



Figur 7.8 utvecklingen av tvåhjulningar i regionen och dess framdrivningsteknologi i de olika scenarierna

Av figuren framgår det att det totala antalet tvåhjulningar i regionen ska öka och att antalet med bensinmotor skall minska sakta. Cyklandet skall ökas generellt sett, det vill säga att antalet tvåhjulningar som drivs med muskelkraft skall öka. Därtill kommer ett ökande antal cyklar med elmotor. Omställningen för tvåhjulningar kommer framförallt i scenario A-B-C där beteendet ändras mot ökat cyklande. Sedan ligger det ganska stilla men kompletteras med elcyklar.

8. Diskussion och rekommendationer

8.1 Vägen mot omställning

Vad gäller personbilar är en åtgärd i ett tidigt stadium av en omställning att se till att de bilar som kan köra på etanol (E85) faktiskt gör det också. För att de ska ske kan det behövas incitament. Vidare skall personbilsflottan ställas om från bensin och dieseldrivna bilar till elektrifierade bilar och biogasdrivna bilar. Också detta kan komma att kräva incitament av olika slag. Om privatpersoner och företag skall efterfråga denna typ av bilar måste det dels finnas godtagbara alternativ på marknaden (vilket sannolikt kommer vara fallet inom några år) men prissättningen måste också vara sådan att det är ekonomiskt möjligt att investera i sådana fordon. Sådana förutsättningar kan skapas genom olika typer av incitament som ex. fri tillgång till laddinfrastruktur, parkeringsplatser, skatteförmåner etc.

Flertalet av dessa incitament är av sådant slag att det krävs nationell samordning och de ligger sannolikt bortom regionens rådighet, men regionen kan icke desto mindre bedriva systematiskt påverkansarbete i sådana riktningar, om man anser det ligga i linje med regionens handlingsplan för en fossilfri transportsektor.

Omställningen mot en fossilfri kollektivtrafik år 2030 kräver insatser och incitament. En sådan insats kan vara en systematisk inköpsstrategi från regionens sida vad gäller inköp av buss- och kollektivtrafik. Som köpare av kollektivtransporter kan regionen ställa krav på leverantörerna för att antalet elektrifierade såväl som biogasdrivna bussar ska öka som scenarierna i detta arbete visar. Regionen torde ha en viktig och betydande roll som kravställare på framtida kollektivtransporttjänster. Denna roll kan användas systematiskt med handlingsplanen för en fossilfri transportsektor som bas.

8.2 Rekommendationer

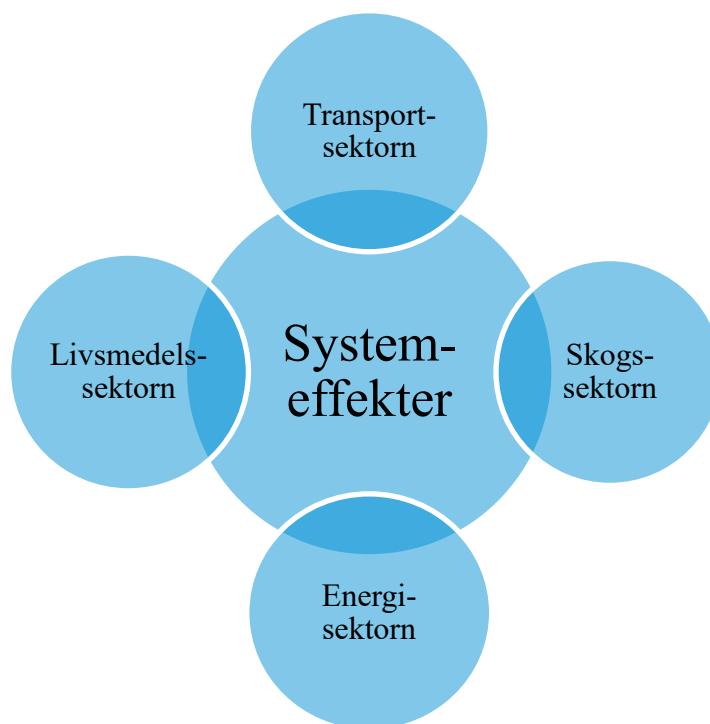
De slutsatser som kan dras från detta arbete är flera. På en principiell nivå kan konstateras att den systemavgränsning som det geografiska området Region Örebro län utgör är en avgränsning som måste göras, men som får vissa konsekvenser som måste beaktas.

För det första är regionen naturligtvis del av en större nationell och europeisk geografi. I vissa fall får detta effekter på avgränsningen genom att exempelvis åtgärder som regionen kanske vill vidta inte kan införas hur som helst eftersom de också påverkar och påverkas av nationell och internationell policy. I detta fall handlar det om att identifiera de områden inom vilka regionen har rådighet och fokusera på dessa i första hand. I andra hand bör man arbeta med påverkan för att få till stånd de policys som krävs för att regionen skall kunna genomföra de åtgärder som

handlingsplanen mot en fossilfri transportsektor 2030 kräver. Detta mynnar ut i detta arbets två första rekommendationer:

1. Identifiera systematiskt områden med rådighet och fokusera på dessa
2. Utöva systematisk påverkan nationellt och internationellt för att kunna genomföra de åtgärder som handlingsplanen kräver

Men systemavgränsningen handlar inte bara om geografi. Det handlar också om hur transportsystemet gränsar till och interagerar med andra samhälls- och ekonomiska system. I detta arbete är det tydligt att skogsindustrin är ett sådant system. Ett annat är livsmedelssektorn med såväl primärproduktion som förädlingskedjorna. Ett tredje är energisystemet. Alla dessa system interagerar och påverkar och påverkas av varandra. Omfattande förändringar i transportsystemet får således kännbar och betydande konsekvenser i dessa andra system. Detta illustreras av Figur 8.1 nedan.



Figur 8.1 Systemeffekter som en konsekvens av interaktion mellan olika sektorer

Här är det mycket viktigt att vara medveten om de negativa direkta effekter som förändringar i transportsystemet skapar i de andra systemen. För att mitigera sådana direkta negativa effekter i exempelvis energisystemet kan man tänka sig att intermediära lösningar som exempelvis nukleärt producerad elektricitet accepteras som en del av en övergångslösning och som ett sätt att buffra de negativa effekter som akut elbrist skulle medföra för vårt samhälle i stort. Detta görs redan i dag då vi för närvarande har en andel (drygt 40 procent) nukleärt producerad elektricitet i den

svenska elmixen, men i dessa sammanhang bör frågor om exempelvis slutförvar av uttjänt kärnbränsle och andra negativa effekter särskilt beaktas.

Det är värt att påpeka att en ambitiös handlingsplan i ett system (som exempelvis transportsystemet) inte får tillåtas stryka på foten på grund av att andra närliggande interagerande system inte har lika ambitiösa planer, eller för att man inte alltid går i takt. Istället bör det system med de mest ambitiösa planerna tillåtas ”dra” de andra systemen, snarare än tvärt om. Vi har inte tid att låta de som är sämst i klassen definiera takten i omställningen. Ta exempelvis energisystemet och transportsystemet. Dessa två system torde ha goda möjligheter att dra varandra i ett omställningsarbete. Men för att detta skall ske måste man arbeta med att systematiskt identifiera konkreta effekter från åtgärder inom respektive system på det andra.

3. Identifiera systematiskt de effekter som åtgärder i transportsystemet har på andra närliggande system och använd tillfälliga övergångslösningar för att mildra eventuella negativa konsekvenser
4. Identifiera systematiskt restriktioner från andra närliggande system på transportsystemet och vilka konsekvenser det får för implementeringen av specifika åtgärder

Vi har hittills diskuterat rekommendationer på en övergripande nivå i relation till de system vi har i fokus i Vägval 2030 och problematiken med att dessa system hänger ihop. På en mer konkret nivå avseende specifika åtgärder handlar mycket om i vilken ordning de olika åtgärds paketerna införs.

De sex scenarierna som utvecklats inom ramen för detta arbete kan användas som åtgärds paket för att nå målet 2030. Men som redan nämnts är dessa paket fristående scenarier som inte bygger på att de införs i någon särskild ordning. Den ordning i vilken de presenterats i detta arbete utgör en ordning på en skala från smärre, mindre smärtsamma till mer omfattande mer smärtsamma åtgärder och förändringar. Vart och ett av dem genererar dock effekter på växthusgasutsläppen som är desamma oavsett om de andra genomförs eller inte.

En viktig komponent för att lyckas i omställningsarbetet är att skapa acceptans för åtgärderna dels hos allmänheten, dels hos beslutande politiska organ och funktioner såväl regionalt som nationellt. Vidare är acceptansen i näringslivet helt avgörande, särskilt vad gäller godstransporterna. I det senare fallet tycks det för närvarande finnas en medvetenhet om behovet av omgående och omfattande åtgärder för att nå klimatmålen i många delar av näringslivet – inklusive logistik- och transportsektorn. Detta är mycket positivt, men utgör dock ingen garanti mot att ett motstånd mot vissa åtgärder kan finnas i olika delar av näringslivet i regionen. Att skapa konsekventa och långsiktiga spelregler är därför en central och viktig uppgift i ett arbete med att i dessa lägen motivera aktörer att ställa om den regional transportsektorn.

5. Givet den rådighet regionen kan ha, bidra till att skapa långsiktiga konsekventa spelregler för transportbranschen med avseende på omställningen mot en fossilfri sektor år 2030.

För att skapa en allmän acceptans för de åtgärder som behöver vidtas föreslår vi att regionen i så många fall som möjligt går före och visar vägen genom att ställa om de verksamheter inom vilka regionen har rådighet. Vi rekommenderar följande:

6. Ställ om bussflottan från dieseldrivna bussar till biogas- och el-drivna bussar. Detta minskar utsläppen i regionen med 10 242 ton CO₂e.
7. Etablera ett program för omställning till HVO100 i alla traktorer 2030. Detta minskar utsläppen i regionen med 55 763 ton CO₂e.
8. Initiera ett program för att stimulera omställning av lastbilar till biogas- och eldrivna fordon. Detta minskar utsläppen i regionen med 198 263 ton CO₂e.

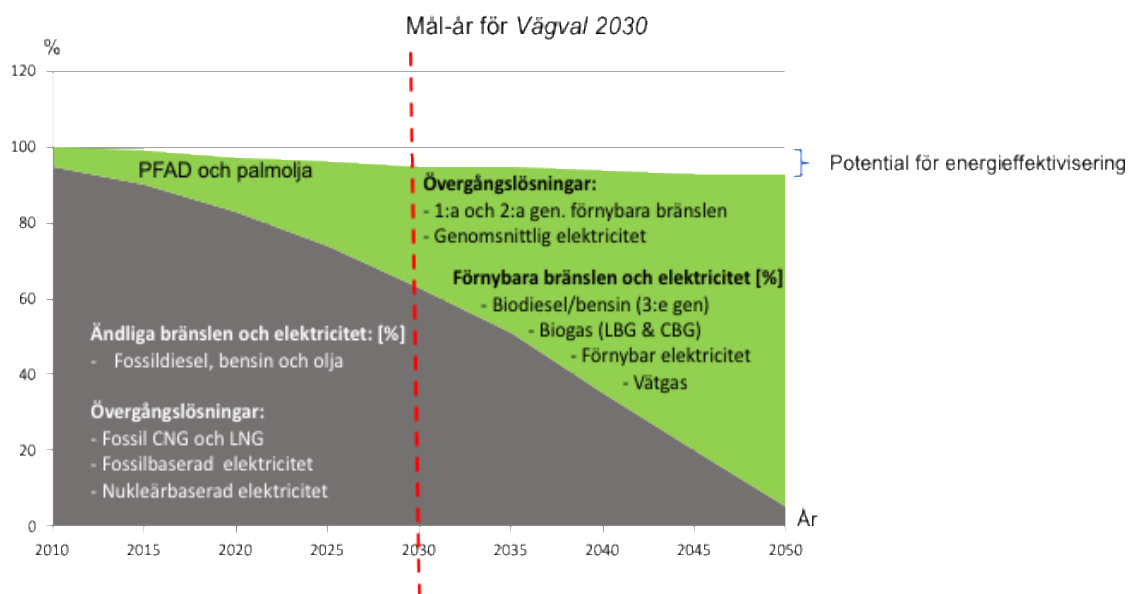
Vi föreslår att dessa åtgärder införs i den ordning som de anges i ovan. Om de görs och är framgångsrika skulle det reducera de totala utsläppen av växthusgaser med 33 procent. Avslutningsvis rekommenderar vi följande:

9. Verka för minskad privatbilism genom att stimulera samåkning och färre körde kilometer
10. Stimulera omställningen till fler etanol-, biogas- och elfordon i regionen exempelvis genom att systematiskt verka för förbättrad tank- och laddinfrastruktur

8.3 Slutsatser: En utfasningsmodell

En bärande idé i detta arbete är att omställningen måste tillåtas innehålla intermediära (tillfälliga) lösningar i olika övergångsfaser. Ett exempel på detta är etanol (E85) för personbilar. I ett initialt skede kan en övergång till E85 för de bilar som idag kan köra på det bränslet men som i praktiken tankas med bensin vara en viktig (om än otillräcklig) komponent i omställningen. Samma sak gäller gasfordon. För att säkerställa tillgången på fordonsgas måste vi i övergångsskeden tillåta naturgas (såväl komprimerad som flytande) som drivmedel.

Det viktiga är dock att vi inte fastnar där och tycker att vi gjort tillräckligt med sådana intermediära åtgärder. De måste ses som en del i en utfasningsstrategi. Grunden för en sådan strategi visas i figur 8.2 nedan.



Figur 8.2 En gradvis utveckling av hållbara biodrivmedel och energislag med utfasning av intermediära förnybara drivmedel (Källa: Bearbetning från Conlogica).

Genom att tillåta intermediära lösningar kan vi minska smärtan i övergången mot en fossilfri transportsektor i Region Örebro län 2030. Men även med sådana övergångslösningar kommer övergången betyda omfattande och kännbara uppföringar och förändringar i beteende för såväl privatbilismen som för yrkestrafiken och för såväl person som godstrafiken.

En annan sådan intermediär lösning är nukleärt producerad elenergi. Det förefaller som mycket svårt med det nuvarande energisystemets utformning och profilen på energiproduktion att vi skulle kunna klara en omställning utan nukleär elektricitet. Visserligen pågår utvecklingen inom det energitekniska området (vilket är en analys som ligger utanför ramen för detta arbete) och förhoppningsvis finns det robust teknologi för såväl sol- som vindenergi i framtiden som också är ekonomiskt överlägsen nukleärt producerad elektricitet.

8.4 Avslutande reflektion om system och systemgränser

Vi har redan varit inne på produktionen av elektricitet som en påverkande faktor på omställningen mot en fossilfri transportsektor 2030. Det framstår som mycket tydligt att transportsektorn och energisektorn påverkar och interagerar med varandra. Detsamma gäller andra sektorer som exempelvis skogsindustrin. I detta arbete har mycket tid och fokus lagts på produktionssidan av biodrivmedel. Denna produktionssida kopplar tydligt an till skogsindustrin såväl som till livsmedelsindustrin och primärproduktionen av livsmedel.

I vissa fall kan det till och med handla om att olika värden och värderingar står mot varandra i en given beslutssituation. Ett exempel är om viss biomassa skall användas för energiproduktion eller för att producera livsmedel. Det enkla svaret är att det skall användas på så sätt att vi får maximal systemnytta. Problemet är bara att då måste man precisera vad som ”systemet” och vad man menar med ”nytta” i detta system. I arbete med Vägval 2030 har vi i första hand haft det administrativa området som utgör Region Örebro län som systemavgränsning, men denna avgränsning blir ganska snabbt irrelevant då man uppmärksammar de systematiska kopplingarna och interaktionseffekterna. Att ha Sverige som systemgräns framstår som rimligare. Å andra sidan vet vi att inte heller detta är tillräckligt då policys från exempelvis EU måste beaktas (som exempelvis vid biogas-produktion och hur stora mängder biodrivmedel som får komma från jordbruksgrödor) och produktionen av biodrivmedel som exempelvis HVO är en bristvara inom EU. EU har för närvarande runt 80 procent av världens installerade kapacitet för HVO-produktion. Sverige konsumerar för närvarande någonstans mellan 50 och 60 procent av Europas totala produktion av HVO och över 20 procent av världens produktion. Det man måste ha i åtanke är den ökade efterfrågan på HVO från andra länder - främst inom Europa (exempelvis Tyskland, Frankrike, Spanien) där biodiesel för närvarande är populärt men främst består av FAME och inte HVO.

Systemgränsen är således alltid problematisk och när än vi definierar den så gör vi en avgränsning som skapar effekter. Att vara medveten om dessa avgränsningar och dess effekter är helt avgörande för att minimera riskerna för suboptimeringar.

Litteraturförteckning

- Akbarzadeh, M., Memarmontazerin, S., Derrible, S., & Salehi Reihani, S. F. (2017). The role of travel demand and network centrality on the connectivity and resilience of an urban street system. *Transportation*, 1-15.
- Ammenberg, J., Anderberg, S., Lönnqvist, T., Grönkvist, S., & Sandberg, T. (2018). Biogas in the transport sector—actor and policy analysis focusing on the demand side in the Stockholm region. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 70-80.
- Araujo, L., & Easton, G. (1996). Networks in Socioeconomic Systems: A Critical Review. In D. Iacobucci (Ed.), *Networks in Marketing* (pp. 63-107). Thousand Oaks, Cal.: Sage Publications.
- Arthur, B. W. (2009). *The Nature of Technology. What It Is and How It Evolves*. London: Penguin Books.
- Arthur, W. B. (1999). Complexity and the Economy. *Science*(284), 107-109.
- Bramstoft, R., & Skytte, K. (2017). Decarbonizing Sweden's energy and transportation system by 2050. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 14, 3-20.
- Cottrill, C. D., & Derrible, S. (2015). Leveraging Big Data for the Development of Transport Sustainability Indicators. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 45-64.
- Energimyndigheten (2016). *Förslag till styrmedel för ökad andel biodrivmedel i bensin och diesel*. En rapport inom uppdraget Samordning för energiomställning inom transportsektorn. Stockholm: Energimyndigheten
- Energimyndigheten (2017). *Strategisk plan för omställning av transportsektorn till fossilfrihet*. Stockholm: Energimyndigheten.
- Länsstyrelsen i Örebro län (2017). *Energi- och klimatprogram för Örebro län 2017-2020*. Nummer 2017:29 i Länsstyrelsen i Örebro läns publikationsserie. Örebro: Länsstyrelsen.
- Menger, C. (1871). *Principles of Economics* (J. Dingwall & B. F. Hoselitz, Trans. English 1976 ed.). New York and London: New York University Press.
- North, D. C. (1977). Markets and Other Allocation Systems In History. *Journal of European Economic History*, 6(3), 703-716.
- Prektert, F. (2017). Understanding business networks from a mixed network and system ontology position: A review of the research field. *IMP Journal*, 11(2), 301-326.
- Region Örebro län (2018). *Projektplan Vägval 2030* (2018). förkortad version. Örebro: Region Örebro län.
- Rosenberg, N. (1982). Technological Interdependencies in the American Economy. In N. Rosenberg (Ed.), *Inside the Black Box: Technology and Economics* (pp. 55-80). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Shaw, A. W. (1912). Some Problems in Market Distribution. *Quarterly Journal of Economics*, 26, 703-765.
- SOU (2013). *Fossilfrihet på väg*. SOU 2013:84. Stockholm: Statens offentliga utredningar.
- SOU (2016). *En klimat- och luftvårdsstrategi för Sverige*. SOU 2016:47. Stockholm: Statens offentliga utredningar.
- Trafikverket (2018). *Minskade utsläpp men snabbare takt krävs för att nå klimatmål*. PM 2018-02-25.

Bilagor

Bilaga 1: Underlag för potentialberäkningar

Jordbruk

Inom jordbruket finns stora mängder biomassa att hämta, både från skörden av den primära odlingen men också i form av restprodukter som halm och blast. Inom jordbruket har även biomassan i form av gödsel räknats in.

Halm, potatis och blast

Total praktisk potential: 91 654 ton TS / 166 GWh vid biogasproduktion

Användningsområden: Halm kan utnyttjas som bränsle i fastbränslepannor för produktion av värme och el eller rötas till biogas. Största användningsområdet idag är inom jordbruket som strö och foder. Blast och portsorterad potatis kan användas som foder eller rötas till biogas.

Kommentar: Den outnyttjade potentialen får antas vara densamma som den praktiska potentialen då hänsyn har tagits till halmbehov för antalet djur i länet, hanteringsförluster etc. vid beräkningen av den praktiska potentialen. Tidsaspekten vid bärning av halm har inte tagits med i beaktande vilket kan reducera den praktiska potentialen ytterligare då all halm eventuellt inte har möjlighet att bärgas.

Biomassapotentialet från halm, potatisblast och bortsorterad potatis baseras på produktionsdata från 2007 fram till 2016 som har hämtats från Jordbruksverkets årliga statistik *Jordbruksstatistisk sammanställning*. En bortsorteringsgrad på 8,4 procent har använts för matpotatis då detta är medelvärdet för bortsorteringsgraden mellan åren 2011 och 2015 enligt (SCB, 2017). Mängden blast från potatis har antagits vara 2,7 ton TS/ha enligt tidigare studier (Linne, et al., 2008).

Den totala mängden halm som producerades i Örebro län år 2016 visas i tabell B1.1 nedan. Beräkningarna bakom tabell B1.1 finns i längre ned i bilagan. Tabell B1.1 tar inte upp några begränsningar utan visar endast den totala mängden halm som producerades under 2016.

Tabell B1.1 Den totala mängden halm som producerades per odlad gröda i Örebro län 2016. Ingen hänsyn har tagits till kvarlämnat material, halm till djur eller andra förluster av biomassa.

Odlad gröda	Mängd halm [ton TS]
Höstvete	64 517
Vårvete	41 908
Höstråg	-

Höstkorn	-
Vårkorn	52 976
Havre	72 335
Rågvete	-
Höstraps	12 531
Vårrops	-
Höstrybs	-
Vårrys	-
Oljelin	-
Totalt	244 266

Eftersom det uppstår förluster i hanteringen av halm, viss mängd lämnas kvar för att behålla multhalten i jorden (ca 25 procent) och en stor mängd halm används till djurhållningen är det inte realistiskt att använda all halm i tabell B1.1 till bioenergi. Med begränsningar för mängden halm som är tekniskt tillgänglig att ta tillvara efter att djurhållningens behov är tillgodosedda, 25 procent har lämnats för att bibehålla jordens multhalt och förluster i hanteringen är medräknade (ca 30 procent) finns följande mängd halm kvar utifrån 2016 års skördenivåer:

Tabell B1.2 Den halm som fanns tekniskt tillgänglig för bioenergiändamål 2016.

Tillgänglig halm för bioenergi 2016 [ton TS]	90 380
--	--------

I *Jordbruksstatistisk årsbok* finns ett begrepp ”normskördar” som visar vilken skörd som går att förvänta sig vid normala väderförhållanden baserat på data från de senaste 15 årens skördar och en förväntad skördeförändring baserat på data från 15 årsperiodens mitt fram till aktuellt år. Den totala mängden halm och den tillgängliga mängden halm för bioenergi har beräknats för normskördarna år 2016 och visas i tabell B1.3 nedan.

Tabell B1.3 Total mängd halm enligt normskörd 2016 och den resulterande mängden tillgänglig halm. Djurens behov av halm har baserats på antalet djur år 2016 och förlorad halm i hantering samt kvarlämnad halm är samma andelar som användes i tidigare beräkningar.

Enligt normskörd total mängd halm [ton TS]	236 044
Enligt normskörd tillgänglig mängd halm [ton TS]	86 077

Potentialen från bortsorterad potatis och potatisblast är klart lägre än potentialen för halm vilket syns i tabell B1.4. Tabell B1.4 visar både potentialen för år 2016 och beräknad på normskördar.

Tabell B1.4 Biomassapotentialet från bortsorterad matpotatis och potatisblast år 2016 och utsorterad matpotatis enligt normskördar.

Potential utsorterad matpotatis 2016 [ton TS]	327
Potential från potatisblast 2016 [ton TS]	1 262
Potential utsorterad potatis enligt normskördar [ton TS]	313
Potential från potatisblast 2016 efter att svinn räknats bort [ton TS]	947

Anledningen till att ingen potential enligt normskördar anges för potatisblast är för att beräkningarna baseras på ett antagande om att det produceras 2,7 ton TS/ha i form av blast från potatis (Linne, et al., 2008). Enligt samma rapport kan ett svinn på 25 procent av blasten förväntas i samband med ensilering och hantering av blasten vilket gör att den förväntade mängden blast tillgänglig för bioenergi är lägre än den ursprungliga potentialen vilket också visas i tabell B1.4.

Beräkning av halmproduktion

För att beräkna den totala mängden producerad halm behövs en halm-/kärnkvote som visas i tabell B1.5 nedan. Kvoterna är hämtade från Österqvist (2015). Precis som i den rapporten antogs att rågvete har samma halm-/kärnkvote som höstvet och att vårrybs och höstrybs har samma kvote som vår- respektive höstraps.

Tabell B1.5 Halm-/kärnkvotes.

Halm/kärna-kvotes	
Höstvete	1,1
Vårvete	1,1
Råg	1,5
Höstkorn	0,8
Vårkorn	0,8
Havre	1,3
Rågvete	1,1
Höstraps	2,7
Våraps	2,7
Höstrybs	2,7
Vårrybs	2,7

För att beräkna mängden halm som behöver reserveras för djurhållningen användes schablonvärden hämtade från Österqvist (2015), se tabell B1.6.

Tabell B1.6 Mängd halm som behövs ber djur och år. Det har antagits att smågrisar (vikt under 20 kg) behöver samma mängd halm som suggor.

Djur	Halmbehov [kg/djur och år]
Ko	720
Kalv	240
Sugga	365
Slaktsvin	55
Får	360
Häst	720

Med kärnskördar och normskördar från Jordbruksverket (2017) beräknades hektarskördarna av halm fram till de som visas i tabell B1.7.

Tabell B1.7 Kärnskördar, normskördar, producerad mängd halm [kg/ha] år 2016 och enligt normskördar.

Odlad gröda	Skördar 2016 [kg/ha]	Normskörd [kg/ha]	Kg halm/ha 2016	Kg halm/ha normskörd
Höstvete	6430	5933	7073	6526
Vårvete	5170	4834	5687	5317
Höstråg	-	5316	-	7974
Höstkorn	-	-	-	-
Vårkorn	4980	4616	3984	3693
Havre	4480	4497	5824	5846
Rågvete	-	-	-	-
Höstraps	3350	2587	9045	6985
Vårrops	-	1939	-	5235
Höstrybs	-	-	-	-
Vårrys	-	-	-	-
Oljelin	-	-	-	-

Mängderna halm i kg/ha multiplicerades sedan med arealerna för varje gröda hämtad från Jordbruksverket (2017). Därefter reducerades halmmängden med förluster för stubb, agnar, boss och spill (30 procent) och 25 procent som tillåts ligga kvar för att bibehålla jordarnas mullhalt. Därefter reducerades mängden halm med den mängd halm som behövs till djurhållningen. För att beräkna mängden halm i ton TS användes TS-halterna i tabell B1.8 nedan.

Tabell B1.8 TS-halter för de olika grödorna. TS-halterna är hämtade från Jordbruksverket (2017).

Odlad gröda	TS-halt
Höstvete	86%
Vårvete	86%
Höstråg	86%
Höstkorn	86%
Vårkorn	86%
Havre	86%
Rågvete	86%
Höstraps	91%
Vårrops	91%
Höstrybs	91%
Vårrys	91%
Oljelin	91%

Spannmål till etanolproduktion

Total praktisk potential: 59 000 ton spannmål / 134 GWh etanol (18 130 ton drank)

Användningsområden: Spannmål används till matproduktion och djurfoder bland annat men används också till drivmedelsframställning, främst etanol. Dranken som produceras vid etanolframställning kan användas som djurfoder och/eller som biogassubstrat.

Kommentar: Den outnyttjade mängden spannmål är troligtvis 0 ton i och med att Sverige är nettoexportör av spannmål och användningsområdena många. Den praktiska potentialen får ses som en övre gräns för vad som är möjligt att konkurrera om för drivmedelssektorn utan att riskera livsmedelsproduktionen och djurhållningen.

Örebro är ett län som är självförsörjande på spannmål (Macklean, 2017). Baserat på att en invånare konsumerar 58 kg spannmål per år och att Örebro län har 298 907 invånare (SCB, 2018) kunde ett basbehov räknas ut och jämföras mot den totalt producerade mängden spannmål i Örebro län, vilket visas i tabell B1.9 nedan.

Här har det antagits att 30 procent av spannmålsproduktionen används till produkter avsedda för humankonsumtion (Macklean, 2017). Totalproduktionen är hämtad från Jordbruksverket (2017) och därför baserad på produktionen av spannmål år 2016.

Tabell B1.9 Produktion av spannmål för humankonsumtion, behovet av spannmål i Örebro län och skillnaden mellan dessa.

Total spannmålsproduktion 2016 [ton]	Användning till annat än humankonsumtion 2016 [ton]	Spannmålsproduktion till humankonsumtion 2016 [ton]	Spannmålsbehov i Örebro län 2016 [ton]	Skillnad [ton]
254 200	177 900	76 300	17 300	59 000

Skillnaden skulle kunna användas för produktion av etanol på samma sätt som i Lantmännen Agroetanols anläggning i Norrköping. Där används spannmål för att producera etanol och djurfoder. 2,6 kg vete²⁴ ger 1 liter etanol och 0,8 kg proteinfoder (Lantmännen Agroetanol, 2015). Överproduktionen av spannmål i Örebro län skulle räcka för att producera nästan 22 700 m³ ren etanol med förhållandet 2,6 kg spannmål till 1 liter etanol.

Agroetanol tar redan idag emot stora mängder spannmål från Örebro län vilket medför att det kan vara svårt att avgöra exakta mängder spannmål som idag används till annat än humankonsumtion och etanolproduktion.²⁵

Gödsel

Total praktisk potential: 64 273 ton TS / 111 GWh vid biogasproduktion

Användningsområden: Gödsel används dels för att sprida näringsämnen tillbaka till åkermarken men används även som substrat för biogasproduktion. 2017 kom 20 % av den svenska biogasen ifrån gödsel. Rötresten från gödselbaserade biogasanläggningar kan spridas på åkern i samma syfte som att sprida den orötade gödseln.

Kommentar: Den utnyttjade potentialen får antas vara över 62 GWh biogas då det idag finns en gårdsanläggning och en samrötningsanläggning som tillsammans motsvarar en produktionskapacitet om 49 GWh vid fullt utnyttjande.

Samrötningsanläggningen använder även andra substrat vilket medför att potentialen från gödsel bör vara klart högre än 62 GWh. Transporterbarheten av gödsel sätter dock begränsningar för vad som är ekonomiskt gångbart men detta har inte tagits med i beräkningarna för den praktiska potentialen.

För gödsel har två beräkningar gjorts; en där all gödsel som produceras antas vara möjlig att ta tillvara på och en där hänsyn har tagits till att nötdjur, hästar och får vistas utomhus vissa delar av året och att den gödsel som de ger upphov till under

²⁴ Här antas att de menar spannmål då de i övrigt skriver spannmål på hemsidan.

²⁵ Muntlig kontakt med Agroetanol.

dessa perioder inte kan tas tillvara. Ingen hänsyn har tagits till vilka mängder som är ekonomiskt försvarbara att använda till bioenergi.

Resultaten för år 2016 visas i tabell B1.10 nedan. För att se beräkningarna bakom resultaten se bilagan. I bilagan finns även potentialen beräknad för samtliga år från 2007 till 2016 där trender för de olika djurslagen kan ses.

Tabell B1.10 Mängder gödsel år 2016 med och utan potentialbegränsningar.

Djur	Maximal gödselmängd 2016 [ton TS]	Mängd med begränsningar 2016 [ton TS]
Nöt	41 232	27 154
Svin	19 370	19 370
Får	3 698	1 849
Häst	17 850	8 925
Fågel	6 974	6 974
Totalt	89 124	64 273

Beräkning av gödselmängder

För att beräkna mängden gödsel behövdes antalet djur i Örebro län vilket hämtades från Jordbruksverket (2017) och som visas i tabell B1.11 nedan.

Tabell B1.11 Antal djur fördelade på nöt, svin, får, häst och fågel.

Djur [st]	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Nöt	38 977	39 026	36 988	36 201	35 285	34 898	34 215	33 801	33 292	33 562
Svin	43 263	47 477	40 462	61 928	52 401	51 245	49 046	53 001	50 801	51 175
Får	17 143	17 836	21 511	23 701	27 558	25 776	23 470	22 019	22 342	21 319
Häst	9 800	9 800	9 800	9 900	9 900	9 900	9 900	9 900	9 900	11 900
Fågel	421 353	455 489	336 856	537 133	502 229	406 786	442 270	635 917	278 281	663 503

I kategorin nöt finns mjölkkor, kor för uppfödning av kalvar, kvigor, tjurar och stutar över ett år och kalvar under ett år. Under kategorin svin finns suggor och galtar, slaktsvin och smågrisar under 20 kg. Under kategorin får finns tackor och bagar samt lamm. Statistiken över antalet hästar förs inte varje år och uppdaterades 2010 och 2016 samt 2004 dessförinnan. Kategorin fågel innehåller höns över 20 veckor gamla, kycklingar för äggproduktion och slaktkycklingar.

I tabell B1.12 nedan visas hur gödsel för olika djurslag hanteras på ett riksgenomsnitt från 2016 (SCB, 2017). I och med att detta är ett riksgenomsnitt kan hanteringen skilja sig åt mellan olika län och på kommunnivå kan det vara en god idé att göra en undersökning över hur gödslet hanteras just där för att undvika missvisande potentialer. Fastgödsel har här blivit summan av fastgödsel och kletgödsel.

Tabell B1.12 Den procentuella fördelningen av hur olika djurslags gödsel hanteras i Sverige.

Djur	Flytgödsel	Fastgödsel	Djupströ
Mjölko	89%	10%	1%
Ko för kalvuppfödning	39%	25%	36%
Kvigor, stutar och tjurar	39%	25%	36%
Kalv	39%	25%	36%
Suggor	62%	20%	18%
Slaktsvin	97%	2%	1%

I tabell B1.13 nedan visas den totala mängden gödsel för olika djurslag. Våtvikten är baserad på att djurets hela gödselmängd hanteras på endast ett sätt. Därför behövs värdena i tabell B6 ovan för att kunna ge en rättvisande mängd TS totalt sätt eftersom djurens gödsel hanteras olika. Siffrorna är tagna från Österqvist (2015).

Tabell B1.13 Våtvikt och TS-halt för olika djurslag baserat på hur gödslet hanteras.

Djur	Flytgödsel		Fastgödsel		Djupströ	
	Våtvikt [ton/djur]	TS [%]	Våtvikt [ton/djur]	TS [%]	Våtvikt [ton/djur]	TS [%]
Mjölko	26,5	9%	10,8	20%	15	25%
Ko för kalvuppfödning	12,2	9%	5,9	20%	7	25%
Kvigor, stutar och tjurar	10,3	9%	4,4	20%	6	25%
Kalv	6	9%	2,7	20%	3,4	25%
Suggor	7,8	8%	2,3	23%	4,4	30%
Slaktsvin	2,6	6%	0,5	23%	-	30%

Eftersom inga siffror fanns att tillgå på smågrisar under 20 kg eller för galtar antogs smågrisarna ha samma våtvikt på gödslet som suggor och detsamma antogs för galtar efter diskussion med tillförordnad veterinär som förklarade att smågrisar under 20 kg hålls tillsammans med suggorna och galtarna hålls i närheten av suggorna vilket gör att gödslet för dessa tre kategorier svin hanteras i samma typ av gödselsystem medan slaktsvin hålls separat och har ett eget gödselhanteringssystem.

För att hantera betesperioder användes riksgenomsnittet som angavs i SCB (2017) och visas i tabell B1.14 nedan. Siffror för svindjur är tagna från Österqvist (2015). Ingen statistik fanns att tillgå för kor för kalvuppfödning men det antogs då att dessa djur hade samma betesperioder som kalvarna. För kvigor, tjurar och stutar användes medelvärdet mellan tjurar och stutar och kvigor eftersom det inte fanns siffror på hur många av denna kategori djur som var kvigor och hur många som var tjurar eller stutar. Den tillgängliga mängden stallgödsel för mjölkkor justerades något eftersom statistik över deras nattvistelse fanns att tillgå. 38 procent av mjölkorna hölls inomhus under natten även under betesperioden och 33 procent hade ett fritt val. Med ett antagande om att natten motsvarar 8 timmar och att hälften av de 33 procenten med fritt val väljer att gå in nattetid kan spenderas en tredjedel av betesperioden för 54,5 procent av mjölkorna inomhus vilket ökar mängden tillgänglig gödseln med ca 7 procent.

Tabell B1.14 Betesperiod för olika djurslag. Betesperioden är angiven i månader och baseras på ett riksgenomsnitt.

Djur	Betesperiod [månader]	Andel av år	Tillgänglig stallgödsel
Mjölkko	4,7	39,2%	67,9%
Ko för kalvuppfödning	4	33,3%	66,7%
Kvigor, stutar och tjurar	4,5	37,5%	62,5%
Kalv	4	33,3%	66,7%
Suggor	0	0,0%	100,0%
Slaktsvin	0	0,0%	100,0%

För kategorierna fågel, häst och får användes siffror från Österqvist (2015) enligt tabell B1.15 nedan. Mängden stallgödsel antas vara detsamma som mängd gödsel tillgänglig för bioenergi.

Tabell B1.15 Mängd TS som varje djurslag producerar per individ och år samt hur mycket av denna TS som finns tillgänglig i form av stallgödsel.

Djur	Gödsel [ton TS/djur,år]	Andel stallgödsel
Värphöns	0,011	100%
Unghöns	0,0033	100%
Slaktkycklingar	0,005	100%
Häst	1,5	50%
Tackor/baggar	0,25	50%
Lamm	0,1	50%

Trender över tid för potentialen för bioenergi i form av gödsel utan hänsyn tagen till begränsningar visas i tabell B1.16.

Tabell B1.16 Mängden TS i form av gödsel fördelat på djurslag över tid.

Djur	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Nöt	48 547	48 226	45 945	45 037	43 896	43 282	42 464	42 198	41 369	41 232
Svin	16 181	17 015	14 159	21 084	17 576	17 378	16 402	17 678	16 482	19 352
Får	2 927	3 034	3 739	4 025	4 740	4 418	4 056	3 847	3 929	3 698
Häst	14 700	14 700	14 700	14 850	14 850	14 850	14 850	14 850	14 850	17 850
Fågel	2 861	3 076	2 402	3 752	3 399	3 099	3 491	4 256	3 061	6 974
Totalt	85 216	86 051	80 945	88 748	84 462	83 026	81 263	82 828	79 691	89 106

Den totala mängden TS som finns att tillgå i form av gödsel varierar mellan åren och ingen tydlig trend syns att den skulle ökar eller minskar. Under djurslagen går det att se att mängden TS i form av fågelgödsel varierar kraftigt mellan åren och att mängden TS i form av nötgödsel stadigt minskar till följd av minskande mängder nötdjur, främst mjölkkor. Djurhållningen av får har ökat något under perioden 2007 till 2016 vilket också har lett till en ökad potential i form av fårgödsel.

Vall

Total praktisk potential: 17 930 ton TS / 47 GWh vid biogasproduktion

Användningsområden: Vall används idag främst som grovfoder till djur men kan även rötas till biogas.

Kommentar: Den praktiska potentialen baseras på att nötkreatur i genomsnitt äter 9 kg TS grovfoder i form av vall per dag (Persson, 2004), får äter 2 kg TS grovfoder i form av vall per dag (Strömme, 2016) och hästar äter 7 kg TS i form av vall per dag (Svenska Ridsportförbundet, 2009). Den totala mängden vall har sedan subtraherats med behoven som djuren har. Detta betyder dock inte att den praktiska potentialen är densamma som den utnyttjade potentialen då en av länets två samrötningsanläggningar använder bland annat vall som substrat. Den utnyttjade potentialen är därför lägre än de 47 GWh som den praktiska potentialen anger.

Vallarealerna i form av slåtter och betesvall i Örebro län har ökat med 950 ha från 2007 till 2016 (Jordbruksverket, 2017). Under samma period har antalet nötkreatur minskat med strax över 5 400 djur. Det totala antalet får, hästar och nötkreatur har under samma period ökat med nästan 900 djur (Jordbruksverket, 2017). Genom att använda genomsnittsbehovet av grovfoder för de olika djurslagen kan ett totalt vallbehov räknas ut för alla djuren i Örebro län. Detta vallbehov kan sedan jämföras med den totala vallproduktionen 2016 för att avgöra ett eventuellt överskott av vall som skulle kunna användas till bioenergi. De genomsnittliga behoven av vall redovisas i tabell B1.17 nedan.

Tabell B1.15 Nyckeltal för vallbehov för fyra olika scenarier.

Nyckeltal	Vallbehov nötkreatur	Vallbehov får	Vallbehov häst
kg TS/dag	9	2	7

Baserat på antalet djur i tabell B1.11 och grovfodermängderna i tabellen ovan kunde ett totalt vallbehov räknas ut. Det totala vallbehovet, den totala mängden vall som odlas i Örebro län och differensen dem emellan visas i tabell B1.18 nedan.

Tabell B1.16 Vallbehov för grovfoder, vallproduktion och differensen mellan produktion och behov av vall i Örebro län.

	Vallbehov Örebro län	Vallproduktion Örebro län	Differens mellan produktion och behov
Mängd vall [ton TS]	116 760	134 690	17 930

Rörflen på mark i träda

Total praktisk potential: 24 071 ton TS / 65 GWh vid biogasproduktion och 111 GWh vid förbränning

Användningsområden: Rörflen kan användas som strö, foder och bränsle (Jordbruksverket, 2017). Som bränsle kan rörflen antingen förbrännas i fastbränslepannor eller rötas till biogas (Jordbruksverket, 2018).

Kommentar: Rörflen kan idag förekomma som substrat i en eller båda av de samrötningsanläggningar som finns i Örebro län då båda enligt sina hemsidor tar emot vall eller energigrödor från lantbruken. Att denna rörflen däremot skulle komma från mark som ligger i träda är tveksamt. Därför antas den outnyttjade potentialen för rörflen på mark i träda vara densamma som den praktiska potentialen.

Ett vanligt antagande i potentialstudier av detta slag är att använda den mark som ligger i träda för produktion av bioenergi (Österqvist, 2015). År 2016 låg 10 235 ha i träda i länet (Jordbruksverket, 2017) och om hela denna areal skulle utnyttjas till rörflensodling skulle det ge en potential på 47 593 ton TS. Att använda all träda till produktion av bioenergi riskerar dock att utarma jordarnas långsiktiga produktionsförmåga, den biologiska mångfalden och på längre sikt alltså leda till ett mindre hållbart jordbruk. Trädesarealen motsvarade ca 10 procent av den totala jordbruksarealen 2016 (Jordbruksverket, 2017). Att använda hälften av trädesarealen, 5 procent av den totala jordbruksarealen, för odling av rörflen kan därför anses som ett mer rimligt alternativ ut hållbarhetssynpunkt. Potentialen motsvarar då 24 071 ton TS. Potentialen för odling av rörflen på mark i träda visas i tabell B1.19 nedan.

Tabell 1.17 Potentialer i form av rörflen på olika typer av jordbruksarealer.

Areal	Potential från rörflen [ton TS]
Total trädesareal	47 593
5 procent av total åkermark	24 071

Nedlagd jordbruksmark

Total praktisk potential: 12 620 – 17 820 ton TS, 17 620 ton kärnskörd / 33 – 52 GWh vid biogasproduktion, 40 GWh etanol eller 64 – 87 GWh vid förbränning

Användningsområden: Nedlagd jordbruksmark är mark som står outnyttjad, är igenväxt med skog eller har planterats med skog och utnyttjas alltså inte ekonomiskt förutom då den planterats för skogsbruk.

Kommentar: Ett flertal olika grödor kan odlas på nedlagd jordbruksmark. Här har salix, rörflen, vall och höstveten jämförts. Salix ger högst skördar och mest drivmedel dock bygger drivmedelsproduktionen på att förgasningstekniken kommersialiseras. Rörflen ger en högre skörd och mer drivmedel jämfört med vall medan vall däremot kan bidra till ökad biodiversitet och minskade monokulturer vilket kan medföra andra värden än stora drivmedelsvolym. Höstveten ger teoretiskt mycket drivmedel men att skörden ska vara lika stor på nedlagd jordbruksmark som på producerande jordbruksmark är tveksamt och det kan även vara ekonomiskt svårt att bedriva jordbruk på denna mark i och med att den en gång har lagts ner.

Under perioden 2007 till 2018 har 2 970 hektar åkermark tagits ur bruk i Örebro län (Jordbruksverket, 2017). Att utnyttja denna mark för produktion av bioenergi kan ske genom odling av olika växter så som energiskog (salix), energigräs (rörflen), vallväxter men även spannmål. Hektarskördar visas i tabell B1.20 nedan. Som spannmål valdes höstveten eftersom detta var det spannmål med högst kärnskörd per hektar.

Tabell B8 Hektarskördar för olika växter som kan odlas på nedlagd jordbruksmark.

Växt	Hektarskörd [ton TS/ha]	Kommentar
Salix	6,0	Ett medelvärde för skördenivåerna i Svealands slättbygder (Ss) och Mellersta Sveriges skogsbygder (Ssk) (Börjesson, 2007).
Rörflen	4,7	Medelvärde på samma sätt som för salix.

Vall	4,3	Beräknat med en TS-halt på 83,5 % och en medianskörd för åren 2007–2016 på 5 090 kg/ha.
Höstvete	5,9	Ton kärnskörd/ha. Baserat på den normskörd som angavs i (Jordbruksverket, 2017).

Med skördenivåerna angivna i tabell B1.20 och en areal för nedlagd jordbruksmark på 2 970 ha fås potentialerna i tabell B1.21.

Tabell B9 Potentialer för de olika växterna. Höstvetets potential anges i ton kärnskörd eftersom det är den mängden som kan användas till etanolproduktion.

Växt	Potential [ton TS]	Potential i form av drivmedel [GWh]	Produkt
Salix	17 820	52 ²⁶	Biogas/syntesgas beroende på val av förgasningsprocess
Rörflen	13 810	37	Biogas
Vall	12 620	33	Biogas
Höstvete ²⁷	17 620	40	Etanol

Utifrån tabell B1.21 kan det vara frestande att anta att salix och höstvete är de mest lämpade att odla för att få den största potentialen för biomassa. Här måste dock antalet potentiella användningsområden beaktas. Exempelvis kan salix endast användas för värme- och/eller elframställning i fastbränslepannor idag även om salixflis skulle kunna förgasas till biogas/syntesgas i en anläggning liknande GoBiGas i Göteborg. Att höstvete odlad på nedlagd jordbruksmark har samma hektarskörd som höstvete odlad på produktiv jordbruksmark får anses som ett generöst antagande då den nedlagda jordbruksmarken antagligen har sämre produktivitet jämfört med produktiv jordbruksmark.

Avfall

Det finns mycket avfall från hushåll och verksamheter som skulle kunna användas för bioenergiändamål. De avfall som tas upp i studien är hushållsavfall i form av matavfall, tillståndspliktiga verksamheter som arbetar med framställning av mat och dryck samt avloppsslam som hanteras av reningsverken.

²⁶ Baserat på förgasningsteknik med en verkningsgrad på 60 %

²⁷ Anges i ton kärnskörd

Matavfall

Total praktisk potential: 4 280 ton TS / 17 GWh vid biogasproduktion

Användningsområden: Insamlat matavfall kan hanteras på olika sätt: genom kompostering, rötning eller förbränning. Rötning är ett vanligt hanteringssätt då både energi och näringsämnen kan tas till vara.

Kommentar: Alla kommuner i Örebro län sorterar ut sitt matavfall och rötar det idag. Allt rötas inte inom länet på grund av olika hanteringssystem men för att visa på länets potential har det antagits att allt matavfall rötas i Örebro län. Redan idag samlas 4 280 ton TS varje år men uppskattningsvis uppstår det ca 8 160 ton TS matavfall varje år vilket gör att den outnyttjade potentialen är ca 4 000 ton TS. Det finns dock mål om minskat matsvinn. Om matsvinnet minskas till 0 kg per person och år blir den idag outnyttjade potentialen ca 1 400 ton TS. Potentialen består då av bättre utsorteringsgrad framförallt.

Alla kommuner i Örebro län har utsortering av matavfall och rötar det insamlade matavfallet (Avfall Sverige, 2017). I statistiken från Avfall Sverige räknas även insamlat matavfall från restauranger, storkök och butiker in. De har även tagit hänsyn till mängden in- och utpendlare från kommunerna och för mängden människor som äger fritidshus inom kommunen. Detta har lett till att kommunernas befolkningsmängder justerats efter dessa parametrar. I tabell B1.22 nedan visas faktiskt invånarantal för varje kommun vid slutet av 2017, hämtad från SCB (2018), och hur dessa förändras efter att de justerats med avseende på in-/utpendling och fritidsboende. Justeringen gjordes med samma procentsats som användes i Avfall Sverige (2017) där invånarantalet baserades på data från 2016.

Tabell B10 Invånarantal för varje kommun i Örebro län och justerade invånarantal beroende på mängden in-/utpendlare från kommunen och antalet fritidsboenden.

Kommun	Befolkningsmängd 2017	Justerad folkmängd
Askersund	11 175	11 456
Degerfors	9 668	9 629
Hallsberg	15 932	16 189
Hällefors	7 109	7 825
Karlskoga	30 413	30 765
Kumla	21 506	21 178
Laxå	5 643	5 751
Lekeberg	7 868	7 822
Lindesberg	23 613	25 291
Ljusnarsberg	4 942	5 603
Nora	10 747	10 989
Örebro	150 291	153 610

I tabell B1.23 nedan visas mängden matavfall som samlas in per invånare i varje kommun, hur stor mängd av matavfallet som går till biologisk återvinning. Tabell B1.23 ska tolkas som att den mängd i kg som idag samlas in i en kommun motsvarar den procentsats som går till biologisk återvinning i samma kommun. Detta betyder att mycket av det uppkomna matavfallet i länet idag felsorteras.

Tabell B11 Mängden matavfall som samlas in i varje kommun och hur stor del av detta som går till biologisk återvinning samt hur mycket som går till rötning.

Kommun	Varav matavfall [kg/justerad invånare]	Till biologisk återvinning
Askersund	42	49%
Degerfors	19	20%
Hallsberg	14	14%
Hällefors	21	46%
Karlskoga	55	59%
Kumla	50	56%
Laxå	37	40%
Lekeberg	39	43%
Lindesberg	37	55%
Ljusnarsberg	33	56%
Nora	39	56%
Örebro	53	58%

I andelen som går till rötning har rejektmängder räknats bort av Avfall Sverige genom schabloner. I tabell B1.24 visas hur mycket matavfall i absoluta tal som samlas in i varje kommun (kolumn 1) och hur mycket matavfall som uppkommer i varje kommun (kolumn 2). Enligt Naturvårdsverket (2018) motsvarar svinnet i hushållens matavfall ca 30 procent av matavfallet. Om svinnet minskas till 0 procent minskas även mängden matavfall som är tillgänglig för användning som bioenergi. Den totala mängden matavfall om svinnet skulle minskas till 0 procent visas i kolumn 3.

Tabell B12 Mängderna matavfall som samlas in, går till biologisk återvinning och rötning för varje kommun i Örebro län.

Kommuner	Matavfall till rötning [ton]	Total mängd matavfall [ton]	Total mängd matavfall vid 0 % matsvinn [ton]
Askersund	481	982	687
Degerfors	183	915	640
Hallsberg	227	1 619	1 133
Hällefors	164	357	250
Karlskoga	1 692	2 868	2 008

Kumla	1 059	1 891	1 324
Laxå	213	532	372
Lekeberg	305	709	497
Lindesberg	936	1 701	1 191
Ljusnarsberg	185	330	231
Nora	429	765	536
Örebro	8 141	14 037	9 826
Totalt	14 014	26 707	18 695

I tabell B1.25 visas hur stor potentialen är i ton TS på kommunbasis och för länet som helhet utifrån dagens insamlingsmängd (kolumn 1), om allt matavfall som uppkommer idag skulle samlas in (kolumn 2) och om matsvinnet minskade till 0 procent men det kvarvarande matavfallet skulle samlas in till 100 procent.

Tabell B13 Potentialer i ton TS för dagens insamlingsgrad, 100 procents insamlingsgrad och 100 procent insamlingsgrad med minskat matsvinn.

Kommuner	Till rötning idag [ton TS]	Potential med 100 % insamlingsgrad [ton TS]	Potential med minskat matsvinn [ton TS]
Askersund	147	300	210
Degerfors	56	279	195
Hallsberg	69	494	346
Hällefors	50	109	76
Karlskoga	517	876	613
Kumla	323	578	404
Laxå	65	162	114
Lekeberg	93	217	152
Lindesberg	286	520	364
Ljusnarsberg	56	101	71
Nora	131	234	164
Örebro	2 487	4 287	3 001
Totalt	4 280	8 157	5 710

Beräkning av mängd hushållsavfall

Konvertering från ton våtvikt till ton TS har genomförts genom att TS-halter för olika typer av hushållsavfall har hämtats från Carlsson & Uldal (2009) Bilaga 1.

Fördelningen av det uppkomna matavfallet har hämtats från Hultén, et al. (2017). TS-halter och fördelning visas i tabell B1.26.

Tabell B1.26 Fördelningen av matavfallet på dess ursprung samt TS-halten för de olika ursprungerna av matavfall.

Typ av matavfall	Fördelning av matavfallet [%]	TS-halt [%]
Källsorterat hushåll	82	33
Källsorterat restaurang/storkök	15	20 ²⁸
Källsorterat grossist/handel	3	15

Fördelningen av matavfallens ursprung behövdes eftersom statistiken i Avfall Sverige (2017) inkluderade alla dessa källor i en siffra. Genom att multiplicera del totala matavfallsmängden i varje kommun med fördelningarna och motsvarande TS-halt fås mängden TS ut för varje kommun.

Slam från avloppsreningsverk

Total praktisk potential: 11 300 ton TS / 22 GWh vid biogasproduktion

Användningsområden: Slam måste stabiliseras innan det kan användas. En populär stabiliseringsmetod är via rötning då biogasen som bildas kan användas för internt värme- och elbehov. Efter stabilisering kan slammet spridas på åkermark för att återföra näringsämnen.

Kommentar: Praktiska potentialen visar hur mycket biogas som kan produceras om från alla personer som är anslutna till avloppsreningsverk som rötar sitt slam idag. Det som framkommit är att rötning sker i åtta kommuners avloppsreningsverk som tillsammans hanterar ca 11 300 ton TS/år. Den outnyttjade potentialen från övriga invånare i länet är relativt låg – ca 2 000 ton TS. Det är även sällan som denna biogasresurs används för att producera drivmedel då gasflödena ofta är för låga för att det ska bli ekonomiskt lönsamt om inte antalet anslutna personer är relativt stort. Beräkningarna nedan visar potentialen om alla invånare var anslutna till reningsverk som rötar sitt avloppsslam.

Slam som uppstår vid avloppsreningsverk rötas idag till biogas på åtta avloppsreningsverk i länet. På sju av dessa går biogasen till den egna energianvändningen i form av värme och/eller el (Biogas Öst AB, 2018). I Örebro produceras främst fordonsgas – 14,5 GWh under 2014 – men även värme och el för det egna behovet – ca 1,5 GWh 2014 (Örebro kommun, 2015).

²⁸ Ett medelvärde mellan storkök och restauranger från Bilaga 1 till Carlsson & Uldal (2009)

Enligt en förstudie som gjordes 2009 av dåvarande Swedish Biogas International producerades det 18,68 GWh biogas vid avloppsreningsverken i Örebro län (Swedish Biogas International AB, 2009). När potentialen för alla kommuners avloppsreningsverk räknades in uppskattades potentialen till 21,06 GWh (Swedish Biogas International AB, 2009). Om produktionsökningen vid Skebäckverket läggs till motsvarar det en potential om ca 26 GWh. Detta stämmer även väl överens med den biogaspotential som kan räknas fram genom data från *Resultatrapport för VASS Reningsverk 2016* (Balmér, 2018) som också ger strax över 26 GWh om alla Örebro läns invånare var anslutna till reningsverk som rötar sitt slam. Med antaganden enligt Österqvist (2015) om ett energiinnehåll på 9,97 kWh/Nm³ metangas och att det går att producera 195 Nm³ metangas/ton TS fås potentialen i ton TS. Potentialen visas i tabell 16 nedan.

Tabell B14 Potential från avloppsreningsverkens slam.

Potential från avloppsreningsverkens slam	Ton TS
	13 414

Beräkning av mängd slam

Svenskt vatten gör uppföljningar där reningsverk får rapportera in mängder av data, bland annat antalet anslutna personer, biogasproduktion per personekvivalent, anslutna industrier omräknat till personekvivalenter med mera. Insamlade data finns att hämta på Svenskt vattens hemsida i form av excel-filer (Svenskt vatten AB, 2018). I tabell B1.28 visas befolkningsdata från 2015 (SCB, 2018) samt antalet rapporterat anslutna personekvivalenter per kommun eller framräknat antal personekvivalenter per kommun.

Tabell B1.158 Antalet invånare i kommunerna och motsvarande mängd personekvivalenter i samma kommun.

Kommuner i Örebro län	Befolkningsmängd 2015	Personekvivalenter [pe]
Askersund	11 151	14 850
Degerfors ²⁹	9 543	10 667
Hallsberg ²⁹	15 509	17 336
Hällefors	7 032	6 342
Karlskoga	30 283	30 000
Kumla	21 154	18 021
Laxå	5 656	4 655
Lekeberg ²⁹	7 492	8 375

²⁹ Framräknat genom att multiplicera invånarantalet i kommunen med 1,12. Omräkningstalet 1,12 har fått fram genom att dividera antalet personekvivalenter (8 017 890 st.) som var anslutna till reningsverken i Balmér (2018) med antalet personer (7 172 824 st.) som var anslutna till reningsverken i samma undersökning.

Lindesberg	23 562	19 978
Ljusnarsberg	4 928	9 618
Nora	10 502	9 432
Örebro ²⁹	144 200	161 189
<i>Summa</i>	<i>291 012</i>	<i>310 463</i>

De personekvivalenterna utan fotnot är hämtade direkt från Balmér (2018) medan de med fotnot är uträknade via ett nyckeltal för antal personekvivalenter/person. I samma rapport rapporterades att medianvärdet för biogasproduktion per ansluten personekvivalent var 84 kWh/pe,år vilket ger en potential på strax över 26 GWh/år. Anledningen till att antalet personekvivalenter är högre än antalet invånare är för att de med enskilt avlopp i stor utsträckning får sitt slam hämtat och levererat till ett avloppsreningsverk samt att industrier är kopplade till avloppsreningsverken och att dessa industriers belastning räknas om till personekvivalenter.

Livsmedelsindustrins avfall

Total praktisk potential: 6 387 ton (motsvarar dagens avfall som går till drivmedelsproduktion)

Användningsområden: Används idag främst till biogasproduktion, i viss mån till förbränning, till djurfoder eller som jordförbättrare.

Kommentar: Statistiken har hämtats genom telefonsamtal och mail till de största arbetsgivarna inom livsmedelsproduktion i Örebro län. Eftersom produktionen mellan dem skiljer sig kraftigt skiljer sig även avfallstyperna åt vilket gjort det svårt att konvertera till ton TS och beräkna ett drivmedelsutbyte. Den outnyttjade potentialen är 6 059 ton som idag går till djurfoder och/eller jordförbättring samt en ospecificerad mängd som av processtekniska skäl inte kan separeras för biologisk återvinning utan går till förbränning. Om djurfodret/jordförbättringen skulle börja användas till drivmedelsproduktion skulle det medföra att djurfoder och/eller jordförbättring måste tas från annat håll. Om dessa outnyttjade resurser också skulle användas skulle den totala potentialen bli 12 446 ton exklusive det material som inte går att särskilja från övrigt brännbart idag.

Örebro län har fyra större företag som arbetar med livsmedel- och dryckesframställning. Dessa har kontaktats angående avfallsmängder som uppstår, vilket typ av avfall det är och hur det används idag. Dessa visas sammanslagna i tabell B1.29.

Tabell B16 Hanteringssätt och avfallsmängder från länets fyra största livsmedels- och dryckesföretag.

Hantering	Mängd [ton]
Förbränning	620

Återvinning	485
Foder/jordförbättring	6 059
Drivmedelsproduktion	6 387
Deponi	10
Jordförbättring	1 698 m ³

Skog

I kapitlet behandlas potentialen för skogsrester i form av grenar och toppar (GROT) och stubbar och även restprodukter från skogsindustrin, främst sågverken.

GROT och stubbar

Total praktisk potential: 490 000 ton TS GROT och stubbar fördelat på 110 000 ton TS GROT vid gallring, 190 000 ton TS GROT vid föryngring/avverkning och 190 000 ton TS stubbar.

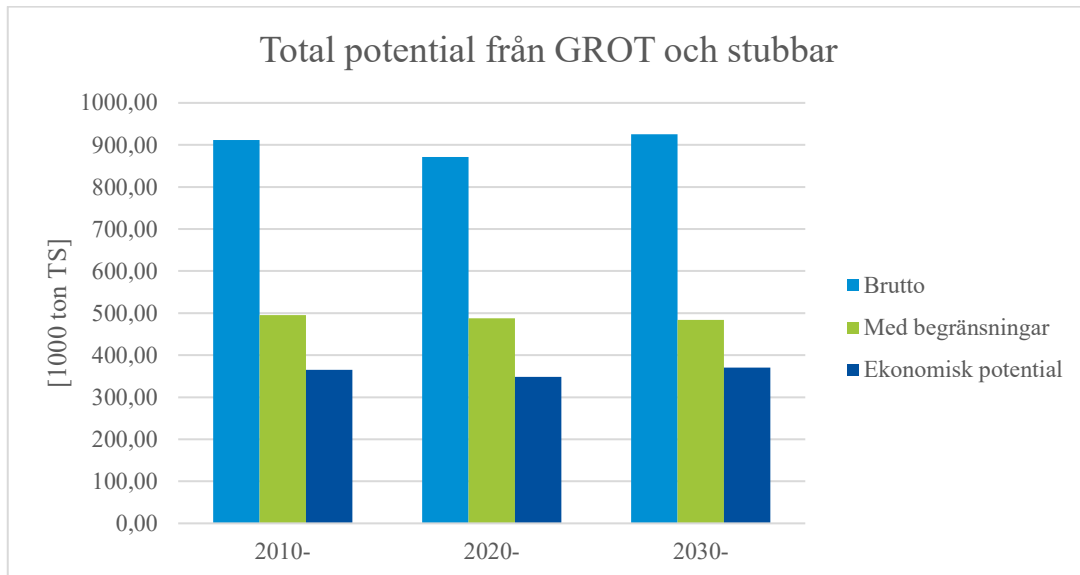
Användningsområden: GROT används främst som bränsle i förbränningspannor om det tas till vara på idag. Stubbar skördas mycket sällan i dagens skogsbruk.

Kommentar: GROT står för grenar och toppar och är avverkningsrester som blir över efter gallring och avverkning. I modelleringen *Skogliga konsekvensanalyser 2015* tas hänsyn till vilka mängder som enligt Skogsstyrelsens rekommendationer är ekologiskt hållbara att ta ut i samband med avverkning och gallring. Enligt statistik från Skogsstyrelsen togs i genomsnitt ca 108 000 ton TS ut i form av GROT vilket motsvarar strax över 20 % av den praktiska potentialen. För att GROT och stubbar ska kunna användas som råvara i drivmedelsframställningen måste förgasningstekniken kommersialiseras.

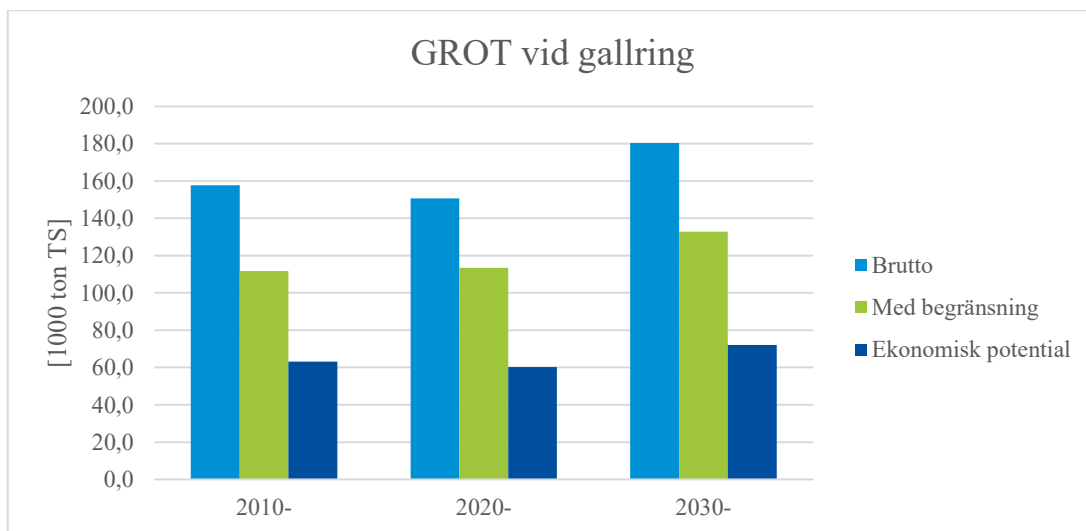
Skattningarna för GROT och stubbar är hämtade från *Skogliga konsekvensanalyser 2015 – SKA 15* (Claesson, et al., 2015). I begreppet GROT innefattas även barr och alla potentialer är hämtade från scenariot *Dagens skogsbruk* (Claesson, et al., 2015). Scenariot innehåller tre olika potentialer, dels en bruttopotential där det antas att alla rester från avverkningen tas ut i form av GROT och dels en potential där Skogsstyrelsens rekommendationer beaktas samt en ekonomisk potential som motsvarar 40 % av bruttopotentialen enligt Länsstyrelsen Dalarnas län (2013). Skogsstyrelsens rekommendationer har sammanfattats i bilagan till denna studie. Skogsstyrelsen gav till och med år 2014 ut en *Skogsstatistisk årsbok* där uttaget av GROT för varje län presenterades som ett medelvärde för de tre föregående åren (Skogsstyrelsen, 2014). För Örebro län var uttaget av GROT mellan år 2011 och 2013 i genomsnitt 108 120 ton TS (Skogsstyrelsen, 2014).

Nedan visas potentialen för GROT och stubbar i fyra figurer. Dels som potential tillsammans (figur B1.1), dels som potential för GROT vid gallring (figur B1.2),

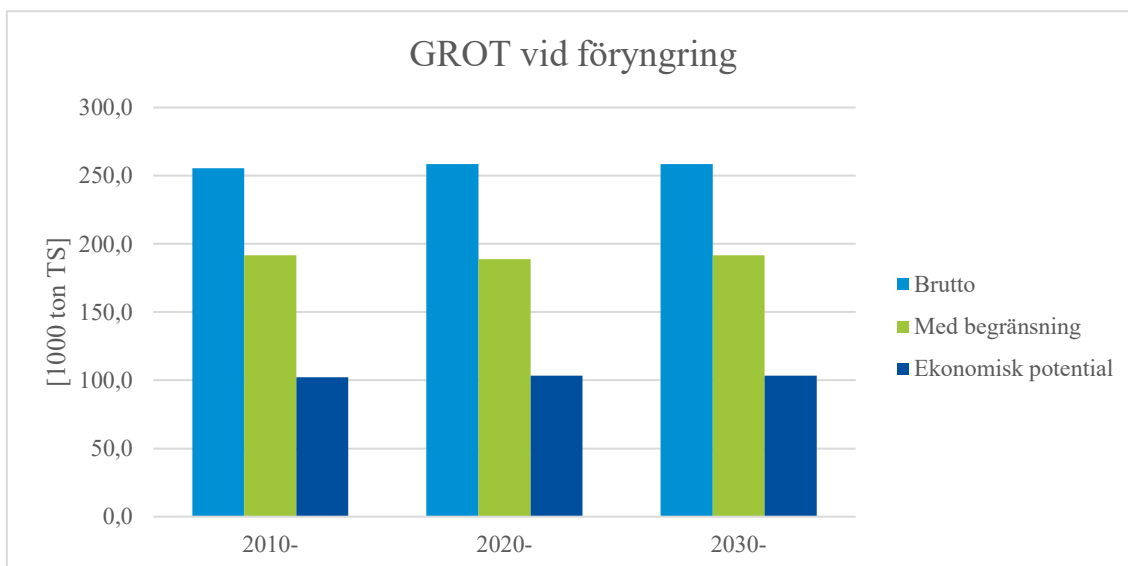
potential för GROT vid föryngring (figur B1.3) och som potential för stubbar (figur B1.4). Lägg märket till att potentialen anges i 1 000 ton TS i figurerna.



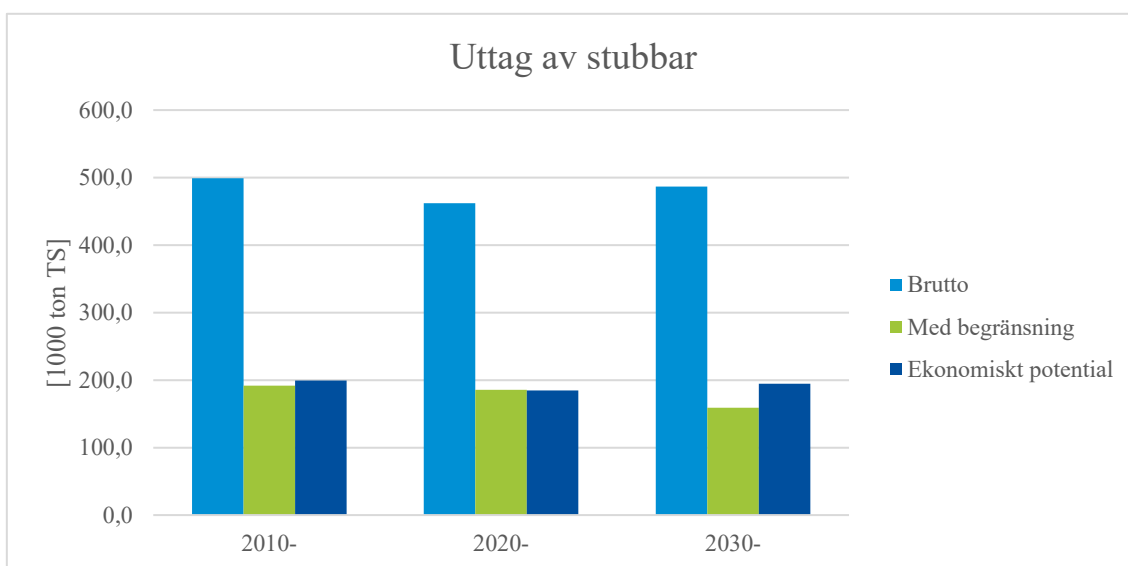
Figur B1.1 Total potential för allt uttag av GROT och stubbar i Örebro län.



Figur B1.2 Potentialen för uttag av GROT vid gallring.



Figur B1.3 Potentialen för uttag av GROT vid för yngning av skogen.



Figur B1.4 Potentialen för uttag av stubbar.

Den stora skillnaden i potential mellan bruttouttag och uttag med begränsningar för stubbar beror främst på att ingen stubbrytning tillåts vid gallring när begränsningarna tillämpas. Att den ekonomiska potentialen ses som högre än potentialen med begränsningar enligt Skogsstyrelsen rekommendationer får antas bero på att det skulle kunna vara ekonomiskt, men inte ekologiskt, försvarbart med stubbrytning även vid gallring. Om längre tidsperspektiv önskas innehåller Claesson, et al. (2015) simuleringar fram till och med år 2110.

Beräkning av skogsrester i form av GROT och stubbar

Skogsstyrelsens rekommendationer angående askåterföring har förutsatts följas för simuleringarna som lett till den tillgängliga mängden biomassa som presenterats i studien. För uttaget av GROT har även följande begränsningar tillämpats när det kommer till potentialen som i figurerna namnges *Med begränsningar*:

- Uttag av GROT bör inte ske i skogar med höga naturvärden. Detta har implementerats genom att inga uttag görs på ytor som klassats som reservat, frivilliga avsättningar eller där hänsyn ska tas vid avverkning.
- Inga uttag av GROT görs på ytor som gränsar mot åkermark, myr, berg, fjällbarrskog, sötvatten eller saltvatten. Ytornas klassning är tagen från riksskogstaxeringen.
- Inga uttag av GROT görs på marker med stor risk för körskador vilket i praktiken betyder att inga uttag av GROT görs på torvmarker, blöta marker eller fuktiga marker med fina jordar.
- 20 procent av tillgänglig GROT lämnas kvar med hänsyn till den biologiska mångfalden. Prioriteringsordningen för kvarlämnandet av GROT är 1 – lövträd, 2 – tall och 3 – gran.

För uttaget av stubbar gäller följande begränsningar:

- Stubbar lämnas vid basvägar för att behålla bärigheten. Detta medför att minst 20 procent av stubbarna lämnas på varje uttagsyta.
- Stubbar tas inte ut från fuktig eller blöt mark, finjordrika marker eller marker med stor lutning.
- Ingen avverkning av stubbar sker inom en skyddszon på 10 meter från sjöar, hav eller vattendrag (exklusive diken).
- Inget uttag sker av lövträdsstubbar.
- Ingen stubbskörd sker i anslutning till fasta fornlämningar.
- Stubbskörd utförs endast på mark avsedd för virkesproduktion.
- Ingen stubbskörd utförs på lavhävdade marker inom renbetesområden.

För att beräkna den mängd GROT som togs ut 2014 användes omräkningsfaktorn 0,17 ton TS per m³s (Skogsstyrelsen, 2014). För omräkning till energi används 4,9 MWh per ton TS (Skogsstyrelsen, 2014).

Rester från skogsindustrin

Total praktisk potential: 115 300 – 120 000 ton TS från sågverken

Användningsområden: Pappers- och massaindustrin använder nästintill alla biprodukter internt för att återvinna kemikalier vid kemisk massaproduktion och generera värme och el till produktionen. Sågverken använder ca 10 procent av sina biprodukter internt och säljer över hälften till pappers- och massaindustrin. Ca 35 procent av biprodukterna går till biobränsleproduktion eller andra användningsområden.

Kommentar: Det är mycket otroligt att pappers- och massaindustrins biprodukter kommer att gå att konkurrera om för drivmedelsframställning om det inte kan göras i samverkan med industrin likt det Preem, Renfuel och Rottneros ska testa. Hos

sågverken är det de 35 procent som går till biobränsleproduktion eller andra användningsområden som troligtvis är de som är lättast att konkurrera om. Det är även utifrån dessa mängder som potentialen har räknats fram. Idag får den outnyttjade potentialen från skogsindustrin anses vara 0 ton TS. Vid antagandet att alla restprodukter från sågverken är möjliga att konkurrera om finns upp till 258 200 ton TS.

Beräkningarna för skogsindustrins restprodukter är gjorda på riksnivå då data på länsnivå saknas. En tabell baserad på intervjuer med länets tre sågverk som är medlemmar i Skogsindustrierna redovisar deras restprodukter. En grov uppskattning har kunnat göras för region 3 vilket innefattar Örebro län, Värmlands län, Västergötlands län exklusive 13 kommuner som tillhörde tidigare Älvsborgs län men inklusive två kommuner från Jönköpings län.

Massa- och pappersindustrin producerar främst restprodukter i form av avlutar (även kallat svartlut) samt en mindre mängd bark. Dessa restprodukter används i stort sett uteslutande för egen energianvändning genom brukens sodapannor och barkpannor. 2016 användes 43 854 GWh energi i form av avlutar. 38 153 GWh av dessa användes direkt av massa- och pappersindustrin medan resterande konverterades till el och värme i kraftvärmeverk (Energimyndigheten, 2017). Utöver detta användes även 4 972 GWh i form av egenproducerad bark (SDC, 2017) (Energimyndigheten, 2017). Detta gör att det inte antas finnas potential att hämta från massa- och pappersindustrin då biobränsleanvändningen inom industrin uppgår till 50 426 GWh år 2016 (Energimyndigheten, 2017).

Sågverksindustrin genererar däremot stora mängder restprodukter som skulle kunna användas som bioenergi vilka visas i tabell B1.30 (SDC, 2017).

Tabell B1730 Mängderna av olika restprodukter från sågverksindustrin.

Sågverkens biprodukter	m ³ f
Flis	11 321 000
Sågspån	4 550 000
Kutterspån	701 000
Bark	3 648 000
Totalt	20 220 000

Dessa mängder har räknats om till ton TS med hjälp av data från Ringman (1995) och visas i tabell B1.31. Omräkningen från m³f till ton TS angavs i intervall för alla restprodukter utom kutterspån vilket medförde att mängden i ton TS anges i intervall.

Tabell B1.31 Mängderna restprodukter i termer av ton TS istället för m³f.

	Lågt	Högt
Flis	4 641 610	5 094 450
Sågspån	1 820 000	1 911 000
Kutterspån	280 400	280 400
Bark	1 094 400	1 240 320
Totalt	7 836 410	8 526 170

Användningen av dessa sågverksrester sker dels som råvara i massa- och pappersindustrin till ca 55 procent, dels som användning inom den egna industrin till värmeproduktion (ca 10 procent), sålt som bränsle (ca 33 procent) och övrigt (ca 2 procent) (SDC, 2017). Det är troligtvis svårt att konkurrera om de restprodukter som går till massa- och pappersindustrin samt till den egna användningen vilket gör att den mängd som går att konkurrera om är begränsad till ca en tredjedel av de totala restprodukterna. För att se mer exakta beräkningar och hur de olika typerna av restprodukter fördelas mellan olika användningsområden, se bilagan.

Vid kontakt med sågverken i länet lämnades olika uppgifter för producerade mängder restprodukter där vissa var mer precisa än andra. Terminologin och enheterna skiljde sig också åt vilket har medfört ett större antal kategorier av restprodukter i tabell 20 jämfört med tabell B1.31. Omräkning har gjorts till m³f genom att använda omräkningsfaktorer från (SkogsSverige, 2012). Två av tre sågverks biprodukter visas i tabell B1.32 då det sista sågverket redovisade siffror i MWh. Det sista sågverkets siffror räknades om till ton TS direkt genom att dividera de angivna värdena med 5,33 MWh/ton TS. Dessa värden har sedan lagts in direkt i tabell B1.33.

Tabell B1.32 Mängderna restprodukter som uppstår vid de tre sågverk i Örebro län som är medlemmar i Skogsindustrierna. Restprodukterna är uppdelade efter den terminologi som sågverken själva använder.

Restprodukt	Mängd [m³f]
Bark	77 880
Rått sågspån	141 500
Cellulosaflis	244 750
Torrflis	27 000
Kutterspån	14 295

Enligt de sågverk som kontaktats används barken för interna energiändamål och cellulosaflisen går till massaproduktion. Torrflisen eldas tillsammans med barken internt. Sågspånet säljs till största delen till pelletsproduktion och kutterspånet säljs idag till djurhållning.

Omräknat till ton TS fås värdena i tabell B1.33. Lägg märket till att samma omräkningsfaktor används för både torrflis och cellulosaflis. Alla omräkningsfaktorer är som tidigare hämtade från Ringman (1995).

Tabell B1.33 Mängderna restprodukter omräknade till ton TS för de tre sågverken.

Restprodukt	Lågt	Högt
Bark	32 400	35 500
Rått sågspån	88 550	91 400
Cellulosaflis	100 350	110 150
Torrflis	14 400	15 450
Kutterspån	5 700	5 700

Utifrån tidigare fört resonemang om vilka volymer som är lättare respektive svårare att konkurrera om togs tabell B1.34 fram nedan över de restprodukter som idag går till försäljning som biobränsle eller till övrig användning.

Tabell B1.34 Konkurerbar andel biomassa utifrån de värden som inhämtats från sågverken i länet.

Restprodukt	Lågt	Högt
Bark	21 650	23 330
Rått sågspån	78 380	80 710
Flis	10 010	10 660
Kutterspån	5 260	5 260
Summerad konkurrerbar andel	115 300	119 960

Energiskog

Total praktisk potential: 7 866 ton TS

Användningsområden: Salix används som bränsle för att producera värme samt el i de fall som det förbränns i ett kraftvärmeverk.

Kommentar: Dagens outnyttjade potential i form av energiskog (här valt salix) får antas vara 0 ton TS då det är osannolikt att salix odlas utan att användas.

Lönsamheten i salixodlingarna kan anses tveksam då arealen för energiskog minskat kraftigt under de senaste 10 åren. För att salix (eller annan energiskog) ska kunna börja användas som råvara i drivmedelsproduktion behöver förgasningstekniken kommersialiseras.

I Örebro län fanns år 2007 2 130 ha energiskog som till 2016 minskat till 1 311 ha (Jordbruksverket, 2017). Här har antagits att all areal för energiskog är salixskog, vilket har ansetts rimligt då en stor del av Sveriges salixodlingar finns i östra Mellansverige (Jordbruksverket, 2017). Mängden salix som kan hämtas från en hektar energiskog har satts till 6 ton TS/ha (Börjesson, 2007), samma mängd som användes

under kategorin ”Nedlagd jordbruksmark”. Detta är ett medelvärde på skördenivåerna för Svealands slättbygder och Mellersta Sveriges skogsbygder. Detta gav en potential på 7 866 ton TS i form av salix år 2016. Potentialen för 2016 års areal visas i tabell B1.35 nedan tillsammans med potentialen för den areal som fanns 2007.

Tabell B1.35 Potential i form av salix.

	Potential i form av salix [ton TS]
Dagens areal för energiskog	7 866
Areal 2007	12 780

Bilaga 2: Infrastrukturkartläggning

Tankstationer för biodrivmedel

Adress	Stad	Aktör	Drivmedel	Latitud	Longitud
Mosserud återvinningsstation	Karlskoga	Övriga	Biogas	59.3247	14.4429
Rosendal	Karlskoga	Q-star	Biogas	59.330607	14.546632
Västra Drottninggatan 62	Kumla	Shell	Biogas	59.1324	15.1189
Berglundavägen 1b	Örebro	Circle K	Biogas	59.2379703	15.12196919
Bettorpsgratan 4-6	Örebro	Tanka	Biogas	59.297864	15.229861
Gustavsviksvägen 4	Örebro	AGA Gas AB	Biogas	59.26321016	15.19503249
Parkgatan 3	Askersund	Ingo	E85	58.88673	14.91323
Klockarebacken	Askersund	Shell	E85	58.8790034	14.8970938
Agens torg/Karlskogavägen 20	Degerfors	Ingo	E85	59.24193	14.43482
Garagegatan 44	Degerfors	OKQ8	E85	59.2488939	14.4371392
Skagerholmsvägen 1	Finneröjda	Qstar	E85	58.934888	14.4324946
Letstigen 17	Fjugesta	OKQ8	E85	59.1722502	14.8713466
Hälleforsvägen	Grythyttan	Circle K	E85	59.70570	14.54372
Solvägen 4	Guldsmedshyttan	Ingo	E85	59.69971	15.10077
Långgatan 50	Hallsberg	Ingo	E85	59.06821	15.10187
Brändåsen	Hallsberg	Circle K	E85	59.06382	15.00526
Samzeliigatan	Hallsberg	Tanka	E85	59.0703817	15.1008806
Kvarngatan 1	Hjortkvarn	Qstar	E85	58.8946316	15.432905
Sikforsvägen 58	Hällefors	Circle K	E85	59.78586	14.53182
Kyllervägen 9	Hällefors	St1	E85	59.7769941	14.5247724
Filipstadsvägen 1	Karlskoga	Circle K	E85	59.33115	14.54287
Värmlandsvägen 27	Karlskoga	Ingo	E85	59.32698	14.50824
Häsängsvägen 4	Karlskoga	St1	E85	59.3235598	14.4977797
Selma Lagerlöfs Väg 1	Karlskoga	OKQ8	E85	59.3243388	14.4974918
Tibastvägen 8	Karlskoga	Tanka	E85	59.2999368	14.4914342
Mumblingsvägen 5	Karlskoga	Qstar	E85	59.3306157	14.5465777
Örebrovägen 63	Karlskoga	Preem	E85	59.3284989	14.5726523
Kata Dahlströms väg 1	Kopparberg	Tanka	E85	59.8695071	15.015638
Östra drottninggatan 1	Kumla	Circle K	E85	59.12966	15.14299
Norra Mos industriområde	Kumla	Ingo	E85	59.15085	15.14012
Västra drottninggatan 62	Kumla	Shell	E85	59.1324047	15.1189967
Stenevägen 18	Kumla	St1	E85	59.1246528	15.1328316
Täbyvägen 2	Kumla	OKQ8	E85	59.1435966	15.1370868
Stenevägen 19	Kumla	OKQ8	E85	59.1237227	15.1345924
Midsommarberget E20	Laxå	Ingo	E85	58.98236	14.62499
Riksvägen/Revirgatan	Laxå	OKQ8	E85	58.9857034	14.6361065
Lars Lindahls väg 25	Laxå	Qstar	E85	58.9803283	14.6071266
Kristinavägen 4	Lindesberg	Circle K	E85	59.58993	15.23275

Bergmansgatan 8	Lindesberg	St1	E85	59.5982172	15.2240113
Bergslagsvägen	Lindesberg	Tanka	E85	59.603191	15.2077818
Hagavägen 2	Nora	Circle K	E85	59.51827	15.02795
Storgatan 27	Nora	St1	E85	59.519307	15.0327751
Bergslagsgatan 3	Nora	OKQ8	E85	59.5226429	15.0367749
Örebrovägen 32	Odensbacken	Qstar	E85	59.1574971	15.5261707
Kävesta	Sköllersta	Circle K	E85	59.12968	15.32227
Bergslagsvägen 1	Svartå	Qstar	E85	59.1277693	14.5179123
Kvarnbackaö 4	Vedevåg	Qstar	E85	59.5272646	15.2848229
Sanna	Vintrosa	Shell	E85	59.2410976	15.0291561
Skolgatan 4	Vintrosa	Qstar	E85	59.2524891	14.8243137
Estabovägen 2	Åsbro	Qstar	E85	58.9874651	15.0526066
Bettorpsgatan 24	Örebro	Ingo	E85	59.30565	15.2309
Boglundsgatan 2	Örebro	Circle K	E85	59.29640	15.20618
Dalbygatan 2 / Svampen	Örebro	Circle K	E85	59.28808	15.22400
Västhagagatan 1a	Örebro	Circle K	E85	59.27556	15.17743
Österplan/Österängsgatan 1	Örebro	Circle K	E85	59.26665	15.23238
Hjälmarvägen 2	Örebro	Circle K	E85	59.26107	15.24166
Adolfsbergsvägen 4	Örebro	Ingo	E85	59.25743	15.17291
Rosängsvägen 1	Örebro	Ingo	E85	59.25062	15.19668
Nejlikegatan 2	Örebro	St1	E85	59.2947317	15.1668721
Älvtomtagatan 18	Örebro	St1	E85	59.2740549	15.1959801
Saluvägen 4	Örebro	OKQ8	E85	59.32479	15.2335256
Bettorpsgatan 4	Örebro	Tanka	E85	59.2978392	15.229902
Vivalla	Örebro	Tanka	E85	59.2996229	15.1965702
Hagmarksgatan 45	Örebro	OKQ8	E85	59.2654269	15.2385977
Södermalmsplan 5	Örebro	OKQ8	E85	59.2648608	15.1985215
Västhagagatan 7	Örebro	OKQ8	E85	59.2709274	15.1754022
Varuvägen 1	Örebro	OKQ8	E85	59.2150181	15.1365741
Berglundavägen 10	Örebro	Preem	E85	59.2367089	15.1274552
Bergsvägen 50	Fellingsbro	Colabitol	HVO	59.4398024	15.5940927
Korsnäs Frövi	Frövi	Preem/SÅIFA	HVO	59.4665273	15.3689182
Hargebadsvägen 1	Harge	Qstar	HVO	58.7949489	14.9712364
Sävforsvägen 23	Hällefors	Colabitol	HVO	59.7914241	14.5150911
Mumblingsvägen 5	Karlskoga	Qstar	HVO	59.3306157	14.5465777
Markatorp 139	Vretstorp	Qstar	HVO	59.0373029	14.8979062
Berglundavägen 3	Örebro	Circle K	HVO	59.2378474	15.1231635
Berglundavägen 3e	Örebro	Shell	HVO	59.2375802	15.1256365
Berglundavägen 10	Örebro	Preem/SÅIFA	HVO	59.236708	15.1274552
Berglundavägen 13	Örebro	Ecobräsle	HVO	59.2377222	15.1406268
Berglundavägen 13	Örebro	Ecobräsle	RME	59.2377222	15.1406268

Bilaga 3: Källor för biomassapotentien

Litteraturförteckning biomassapotentien

- Örebro kommun, 2015. *Miljörapport Skebäckverket 2014*. [Online]
Available at:
<https://www.orebro.se/download/18.1d8f9a39155628f73841676b/1467966303063/Skeb%C3%A4ck%20milj%C3%B6rapport%202014.pdf>
[Använd 1 augusti 2018].
- Österqvist, E., 2015. *Bioenergipotentien i Södermanland*. Nyköping: Länsstyrelsen i Södermanlands län.
- Avfall Sverige, 2017. *Hushållsavfall i siffror - Kommun- och länsstatistik*, Malmö: Avfall Sverige.
- Börjesson, P., 2007. *Produktionsförutsättningar för biobränslen inom svenskt jordbruk*, Lund: Lunds Universitet.
- Balmér, P., 2018. *Resultatrapport för VASS Reningsverk 2016*, Bromma: Svenskt Vatten AB.
- Biogas Öst AB, 2018. *Biogaskartan*. [Online]
Available at: <http://biogasost.se/Biogaskartan>
[Använd 1 augusti 2018].
- Claesson, S., Duvemo, K., Lundström, A. & Wikberg, P.-E., 2015. *Skogliga konsekvensanalyser 2015 - SKA 15*, Jönköping: Skogsstyrelsens böcker och broschyrer.
- Energimyndigheten, 2017. *Användning av energivaror inom mineral- och tillverkningsindustri enligt SNI2007, 2008-*. [Online]
Available at:
http://pxexternal.energimyndigheten.se/pxweb/sv/Industrins%20energianv%C3%A4ndning/-/EN0113_3B.px/table/tableViewLayout2/?rxid=d5ae341e-f6a8-4806-99e6-764dbd36b202
[Använd 2 augusti 2018].
- Energimyndigheten, 2017. *Energibalans, 2005-*. [Online]
Available at:
http://pxexternal.energimyndigheten.se/pxweb/sv/%C3%85rlig%20energibalans/%C3%85rlig%20energibalans_Balanser/EN0202_A.px/table/tableViewLayout2/?rxid=8da7709f-e9ee-4237-a372-5d2f838df89d
[Använd 2 augusti 2018].
- Energimyndigheten, 2017. *Produktion av oförädlade trädbränslen 2016*, u.o.: Energimyndigheten.
- Jordbruksverket, 2017. *Här odlas salix*. [Online]
Available at:
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/energigrodor/salix/harodlassalix.4.300b18bd13d103e79ef8000724.html>
[Använd 3 augusti 2018].
- Jordbruksverket, 2017. *Jordbruksstatistisk årsbok 2017*, u.o.: Jordbruksverket.
- Jordbruksverket, 2017. *Rörflen*. [Online]
Available at:

<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/jordbruksgrodor/vall/val-larter/rorflen.4.1e57ec3514d1bf97964d4228.html>

[Använd 3 augusti 2018].

Jordbruksverket, 2018. *Energigrödor ger förnybar energi*. [Online]

Available at:

<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/energigrodor/energigrod-orgerfornybarenergi.4.132f52df15b3f8ef0ad1c03e.html>

[Använd 3 augusti 2018].

Lantmännen Agroetanol, 2015. *Klimatsmart etanol från spannmål*. [Online]

Available at: <https://lantmannen.com/forskning-och-innovation/var-forskning/agroetanol/>

[Använd 31 juli 2018].

Linne, M. o.a., 2008. *Den svenska biogaspotentialen från inhemska restprodukter*, Lund: BioMill AB.

Macklean, 2017. *Nulägesanalys av livsmedelsproduktionen i Örebro län*.

[Online]

Available at: <https://www.regionorebrolan.se/Files-sv/%C3%96rebro%20%C3%A4ns%20landsting/Regional%20utveckling/N%C3%A4ringslivsutveckling/Nyheter/Livsmedelsproduktion%20i%20%C3%96rebro%20%C3%A4n%20-%20Nul%C3%A4gesanalys.pdf?epslanguage=sv>

[Använd 31 juli 2018].

Naturvårdsverket, 2018. *Matavfall i Sverige - Uppkomst och behandling 2016*, u.o.: Naturvårdsverket.

Persson, A.-T., 2004. *Utfodring av nötkreatur*. [Online]

Available at:

http://www.greppa.nu/download/18.510b667f12d3729f91d8000481/1_Ann-Terese%2BPersson_Utfodring_n

[Använd 22 oktober 2018].

RISE, 2018. *Perspektiv på svenska förnybara drivmedel - Utvärdering utifrån miljö kvalitets- och samhällsmål samt scenarier för inhemsk produktion till 2030 (Remissversion)*, u.o.: RISE.

SCB, 2017. *Gödselmedel i jordbruket 2015/16*, u.o.: SCB.

SCB, 2017. *Skörd av spannmål, trindsäd, oljeväxter, potatis och slättervall 2016*. u.o.: SCB.

SCB, 2018. *Folkmängd efter region och år*. [Online]

Available at:

http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_BE_BE0101_BE0101A/BefolkningNy/table/tableViewLayout1/?rxid=f45f90b6-7345-4877-ba25-9b43e6c6e299

[Använd 31 juli 2018].

SDC, 2017. *Skogsindustrins virkesförbrukning samt produktion av skogsprodukter 2012 - 2016*, Sundsvall: SDC.

Skogsstyrelsen, 2014. *Skogsstatistisk årsbok 2014*, Jönköping: Skogsstyrelsen.

SkogsSverige, 2012. *Omföringstabell vanliga kubikmetermått i skogen*.

[Online]

Available at: <https://www.skogssverige.se/omvandlare>

[Använd 14 augusti 2018].

Strömme, T., 2016. *Utfodring av tackor - vanliga frågor och svar*. [Online]
Available at:
<https://www.gardochdjurhalsan.se/sv/far/kunskapsbank/artiklar/2016/e/698/utfodring-av-tackor-vanliga-fragor-och-svar/>
[Använd 22 oktober 2018].

Swedish Biogas International AB, 2009. *Regionala utvecklingsmöjligheter för biogas som fordonsdrivmedel i Örebro län*, Linköping: Swedish Biogas International AB.

Svenska Ridsportförbundet, 2009. *Foder*. [Online]
Available at: <http://www.ridsport.se/Hastkunskap/Foder/Grovfoder/>
[Använd 22 oktober 2018].

Svenskt vatten AB, 2018. *Reningsverksundersökning*. [Online]
Available at: <http://www.svensktvatten.se/vattentjanster/organisation-och-juridik/va-statistik/enstaka-undersokningar/>
[Använd 2 augusti 2018].

Bilaga 4: Identifiering av målläge

Vilka värden som skall användas för identifieringen av det målläge som används i back-casting och scenario-analysen är inte självklart. Det finns ett flertal olika mått och målnivåer som kan identifieras beroende på vilken statistik som ligger till grund för analysen.

I tabellen nedan visas tre olika baser för beräkning av målnivåer

- Energianvändning i Örebro län
- Energianvändning enligt analysmodell för trafik- och transportåtgärder
- Officiellt rapporterad CO₂-e statistik från länet.

Tabell B4.1 Målnivåer för analysen

Uppdaterade bränslen, Biogas Öst	Nyckeltal	Nyckeltal	2010	2017	2010	2017	2010	2017	Målnivå 2030	
Typ	CO ₂ e wtw [kg/kWh]	CO ₂ ttw [kg/kWh]	Energi [GWh]	Energi [GWh]	CO ₂ e wtw [ton]	CO ₂ e wtw [ton]	CO ₂ ttw [ton]	CO ₂ ttw [ton]	CO ₂ e wtw [to]	CO ₂ ttw [ton]
Bensin	0,294	0,259	1 219	853	358	250	316	221		
Diesel	0,289	0,259	1 501	1 368	433	395	389	354		
Etanol	0,101	0	78	52	8	5	0	0		
HVO SE mix	0,092	0	0	501	0	46	0	0		
FAME	0,095	0	74	98	7	9	0	0		
Kalkylunderlag el	0,01	0	39	39	0	0	0	0		
Nordisk produktionsmix	0,058	0	1	1	0	0	0	0		
CBG	0,046	0	39	46	2	2	0	0		
CNG	0,248	0,205	4,1	0,2	1	0	1	0		
LBG	0,05	0			0	0	0	0		
LNG	0,266				0	0	0	0		
Summa			2 955	2 958	809	709	706	576	243	212
Enligt vår nuvarande modell trafik				3427,5	843	843			253	
Enligt officiell statistik					650	567			195	
Drivmedel	Värmevärde, ttw			CO ₂ , ttw						
Typ	[MJ/kg]	[MJ/l]	[kWh/l]	[kg/l]	[kg/kWh]					
Bensin	43,7	32,775	9,104166667	2,36	0,259221968					
Diesel	43,3	35,2895	9,802638889	2,54	0,259113901					
			[kWh/kg]	[kg/kg]						
CNG			13,7037037	2,82	0,205478666					
LNG										

Analysen i denna rapport baseras på sammanställningar av länets energianvändning för transportsektorn utförda av Biogas Öst. Därför används ett basvärde som grundas på dessa underlag eftersom vi har behov av att matcha efterfråge-sidan med en utbudssida (i termer av potential för biodrivmedels-produktion). I detta arbete beskriver vi de scenarios vi har identifierat och hur förbättringar leder oss mot detta mål. Men man bör ha i åtanke att den faktiska nivån kan vara något annorlunda, men lutningen på förbättringskurvan bedömer vi som rimlig oavsett exakt vilken målnivå man väljer: Detta innebär att de åtgärder som måste införas och föreslås därmed också är rimliga.