

# Klimatsmarta transporter

– En fallstudie av Norconsults tjänsteresor för geotekniska fältundersökningar

*Emily Huynh*

---

Examensarbete 2022

Miljö- och Energisystem

Institutionen för Teknik och samhälle

Lunds Tekniska Högskola





LUNDS UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

**Klimatsmarta transporter –**  
En fallstudie av Norconsults tjänsteresor för geotekniska  
fältundersökningar

Emily Huynh

Examensarbete

Juni 2022



Dokumentutgivare, Dokumentet kan erhållas från  LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA vid Lunds universitet Institutionen för teknik och samhälle Miljö- och energisystem Box 118 221 00 Lund Telefon: 046-222 00 00 Telefax: 046-222 86 44	Dokumentnamn
	Examensarbete
	Utgivningsdatum
	2022-06-21
	Författare
	Emily Huynh

Dokumenttitel och undertitel

Klimatsmarta transporter - En fallstudie av Norconsults tjänsteresor för geotekniska fältundersökningar

Sammandrag

Nationer och aktörer världen över har satt upp klimatmål och strategier för att minska på sina utsläpp av växthusgaser i kampen för att uppnå 1,5 gradersmålet i tid. Norconsult som är ett konsultföretag verksamma inom samhällsplanering och samhällsbyggnad är ett av många företag som satt upp interna mål om utsläppsreduktion för att minska på verksamhetens egen klimatpåverkan. Norconsult hoppas på att vara klimatneutrala till 2045 och för att uppnå detta så behöver ett flertal klimatåtgärder vidtas. Detta gäller framför allt företagets tjänsteresor kopplade till de geologiska fältundersökningar som Norconsult utför. Dessa tjänsteresor står för cirka 70% av Norconsults utsläpp av växthusgaser. Tjänsteresorna till och från de geologiska uppdragen har tidigare skett enligt branschstandard, det vill säga med hjälp av tung lastbil som transporterar både personal och borrhigg. Alternativa transportmetoder som inkluderar ett antal klimatåtgärder har tagits fram av Norconsult i strävan efter att minska på företagets växthusgasutsläpp. De klimatåtgärder som inkluderats i detta examensarbete är val av fordon och drivmedel, optimering av färdtrutt, optimering av lastvikt samt eco-driving. Syftet med detta examensarbete är därmed att undersöka vilken klimatpåverkan Norconsults tidigare och nuvarande samt framtida alternativa transportmetoder har samt analysera vilka möjligheter eller hinder som finns för att implementera dessa alternativa transportmetoder i större skala. För att göra detta har en litteraturstudie genomförts kombinerat med klimatberäkningar enligt livscykelanalys-metodik. Klimatberäkningarna har genomförts för ett grundscenario samt tre scenarier för de alternativa transportmetoderna. Grundscenariot motsvarar ett business as usual scenario där samtliga transporter av personal och borrhigg sker med hjälp av tung lastbil. De tre scenarierna för de alternativa transportmetoderna inkluderar en enkel transport med tung lastbil för borrhiggen samt ett flertal transporter av personal med hjälp av personbil. Varje personbil i de tre scenarierna har olika drivlinor. Klimatberäkningarna har utförts för samtliga scenarier samt för de tre olika uppdragstyper som Norconsult utför, nämligen lokala, regionala och långväga. Resultaten från klimatberäkningarna visar på att mängden koldioxidekvivalenter per utfört geologiskt uppdrag kan bli 2–7 gånger mindre tack vare alternativa transportmetoder vilket följaktligen gör dem bättre ur klimatsynpunkt.

Nyckelord

Transport, geoteknisk fältundersökning, klimatberäkningar, livscykelanalys, klimatpåverkan, transportmetod

Sidomfång	Språk	ISRN
66	Svenska	ISRN LUTFD2/TFEM--22/5183--SE + (1-66)



Organisation, The document can be obtained through  LUND UNIVERSITY Department of Technology and Society Environmental and Energy Systems Studies Box 118 SE - 221 00 Lund, Sweden Telephone: int+46 46-222 00 00 Telefax: int+46 46-222 86 44	Type of document
	Master thesis
	Date of issue
	2022-06-21
	Authors
	Emily Huynh

Title and subtitle

Climate friendly transportation – A case study of the transportations of Norconsult’s geotechnical field investigations

Abstract

Global authorities and businesses around the world have come up with a joint climate goal, including strategies to reduce greenhouse gas emissions in an effort to fight and reach the “1.5 degrees” goal in time. Norconsult, which is a consulting company that operates within social planning, and infrastructural design, is one of many modern companies that have initiated their own internal climate goals, focusing on reducing GHG emissions. Norconsult hopes to achieve climate neutrality by 2045. In order to reach this goal, multiple climate measures have to be made. In essence, about 70 % of Norconsult’s GHG emissions stem from their business trips and geological field surveys. Business trips to and from the field surveys have previously been completed according to the current standard, meaning transportation with the help of heavy trucks that carries both personnel, and drilling rigs. Alternative transportation methods which incorporate climate measures have been developed by Norconsult in an effort to combat the company’s GHG emissions. The climate measures that are incorporated in this master thesis are choice of vehicle and its fuel type, optimum route, optimum load weight, and eco-driving. The purpose of this thesis is thus to investigate the climate impact of Norconsult's previous, current and future transportation methods, and to analyze the possibilities or obstacles that exist for implementing these climate measures on a larger scale. To determine this, a literature study has been carried out combined with climate calculations according to a life cycle analysis (LCA) methodology. The GHG emission calculations have been carried out for a base scenario, and three scenarios for the alternative transportation methods. The base scenario corresponds to a business as usual scheme, with all transportation of personnel and drilling rigs carried into effect by a heavy truck. The three scenarios with climate measures include transportation of the drilling rig with a heavy truck, and transportation of personnel by car with different drivelines. Norconsult operates on three different mission types based on distance, namely local, regional, and long-distance. Climate calculations have been performed for each scenario as well as the different types of missions that Norconsult executes. The results from the climate calculations reveal that the amount of carbon dioxide equivalents per field survey performed can be 2 to 7 times less when using the alternative transportation methods as opposed to the current standard method.

Keywords

Transport, geotechnical field survey, climate calculations, life cycle analysis, climate impact, transportation method

Number of pages	Language	ISRN
66	Swedish	ISRN LUTFD2/TFEM--22/5183--SE + (1-66)





## Förord

Det här examensarbetet utfördes under vårterminen 2022 på institutionen för Miljö- och energisystem och i samarbete med konsultföretaget Norconsult. Examensarbetet är utfört av Emily Huynh som avslutande projekt för utbildningen Ekosystemteknik (Environmental engineering) på Lunds Tekniska Högskola (LTH). Examinator för arbetet har varit Lovisa Björnsson, professor vid Miljö- och energisystem på LTH.

Först och främst vill jag tacka min handledare Pål Börjesson som bidragit med kunskap, stöd och värdefull feedback under arbetets gång. Därefter vill jag tacka Markus Mangsten och Norconsult som givit mig möjligheten att skriva om ett så spännande och viktigt ämne. Jag vill även tacka Lina Hult och Richard Carlsson från Norconsult som bidragit med värdefull bakgrundsinformation till arbetet.

Slutligen vill jag tacka min nära och kära som på ett eller annat sätt stöttat mig igenom min studietid och detta arbete. Tack!

# Innehåll

<b>1 Inledning</b>	<b>4</b>
1.1 Syfte och frågeställningar . . . . .	5
1.2 Rapportens disposition . . . . .	5
1.3 Avgränsningar . . . . .	5
<b>2 Beskrivning av Norconsults fältundersökningar</b>	<b>6</b>
<b>3 Metod</b>	<b>8</b>
3.1 Litteraturstudie . . . . .	8
3.2 Beräkningar av klimatprestanda för olika transportscenarier . . . . .	8
3.2.1 Inventering av livscykeldata . . . . .	10
3.2.2 Funktionell enhet . . . . .	10
3.2.3 Miljöpåverkanskategori - klimatpåverkan . . . . .	11
3.2.4 Datakvalitet . . . . .	11
3.3 Bränsleåtgång och emissionsutsläpp per uppdrag . . . . .	12
3.4 Optimering av lastvikt . . . . .	13
3.5 Eco-driving . . . . .	13
<b>4 Litteraturstudie - åtgärder för minskad växthusgasutsläpp från vägtransport</b>	<b>14</b>
4.1 Val av fordon och drivmedel . . . . .	14
4.1.1 Biobaserade drivmedel . . . . .	15
4.1.2 Drivmedel i Sverige . . . . .	15
4.1.3 El för transport . . . . .	16
4.1.4 Bränslesnåla fordon . . . . .	17
4.2 Optimering av färdrutter . . . . .	18
4.3 Optimering av last . . . . .	18
4.4 Eco-driving . . . . .	19
4.5 Framtidsutsikter inom den svenska transportsektorn . . . . .	20
4.5.1 Styrmedel för ökad användning av biodrivmedel . . . . .	20
4.5.2 Bonus-Malus . . . . .	22

4.5.3	Styrmedel för ökad användning av elfordon och utbyggnad av laddinfrastruktur . . . .	23
4.6	Tillgänglighet av biodrivmedel i Sverige . . . . .	23
<b>5</b>	<b>Scenarier för alternativa transportmetoder</b>	<b>24</b>
5.1	Grundscenari - Tung lastbil . . . . .	27
5.2	Scenario I - Tung lastbil - diesebil . . . . .	28
5.3	Scenario II - Tung lastbil - plug-in hybrid . . . . .	29
5.4	Scenario III - Tung lastbil - elbil . . . . .	31
<b>6</b>	<b>Resultat</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>Analys och diskussion</b>	<b>35</b>
7.1	Generella reflektioner av resultaten från klimatberäkningarna . . . . .	35
7.2	Hot-spots . . . . .	36
7.3	Optimering av lastvikt . . . . .	37
7.4	Eco-driving . . . . .	38
7.5	Klimatåtgärder med störst inverkan . . . . .	39
7.6	Möjligheter, hinder och framtidsutsikter . . . . .	40
<b>8</b>	<b>Slutsatser och rekommendationer</b>	<b>42</b>
	<b>Appendix A - Livscykelanalys arbetsmetodik</b>	<b>47</b>
	<b>Appendix B - Inventeringsanalys</b>	<b>49</b>
	<b>Appendix C - Inventeringsdata</b>	<b>55</b>
	<b>Appendix D - Resultat klimatberäkningar</b>	<b>57</b>

## Förkortningar

FAME - Fettsyrametylester

GWP - Global Warming Potential

HVO - Hydrerad vegetabilisk olja

LCA - Livscykelanalys

LCI - Livscykelinventering

LCIA - Miljöpåverkansbedömning

UF - Utility Factor

WLTP - Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure

# 1 Inledning

Klimatförändringar som påverkar miljö och människor är ett globalt problem och kampen för att uppnå 1,5 gradersmålet börjar bli allt mer pressad. Detta har lett till utvecklingen av nationella såväl som internationella klimatmål och strategier för att minska utsläppen av växthusgaser för att mildra växthuseffekten. Sveriges klimatmål till 2045 är att uppnå nettonoll-utsläpp av växthusgaser, därefter är målet att utsläppen ska vara negativa. Utöver detta har Sverige även som mål att klimatutsläppen från landets inrikestransporter ska minska med 70% till 2030, jämfört med 2010s nivå (Naturvårdsverket u.å(i)). Idag står transportsektorn för drygt en tredjedel av Sveriges utsläpp och det är vägtrafiken som dominerar. Hittills har utsläppen minskat med cirka 27% jämfört med nivån från 2010 och detta är bland annat tack vare större inblandning utav biodrivmedel samt energieffektivare fordon (Naturvårdsverket u.å(g)). Optimering av färdrutter och lastvikt, eco-driving samt användning av el- eller hybridfordon är andra exempel på klimatåtgärder som kan implementeras för att reducera utsläppen från transportsektorn.

Norconsult är ett konsultföretag verksam inom olika delar av samhällsplanering och samhällsbyggnad. Vidare har Norconsult ett dotterbolag som heter Norconsult fältgeoteknik AB där man främst arbetar med projekt och uppdrag relaterade till geologiska fältundersökningar (i denna rapport kommer geologiska fältundersökningar att användas omväxlande med geotekniska fältundersökningar). Många projekt inom samhällsbyggnad börjar med en geologisk fältundersökning och syftet med detta är att bestämma områdets jord-, berg- och grundvattenförhållanden. Några exempel på vad Norconsult fältgeoteknik arbetar med är provtagning, jordlagerföljd (jordart och bergnivå), odränerad skjuvhållfasthet och friktionsvinkel. Norconsult fältgeoteknik erbjuder sina tjänster inom Norden (främst Sverige och Norge) (Norconsult u.å) och i Sverige så har de valt att sätta upp egna miljö- och klimatmål i linje med de svenska klimatmålen. Bland annat bestämde Norconsult år 2019 att företaget ska vara klimatneutralt till 2045 (Norconsult 2019). För att uppnå detta behöver ett flertal miljömässiga åtgärder vidtas. Norconsult har kartlagt att cirka 70% av företagets utsläpp av växthusgaser (från företagets verksamhet i Sverige) kommer från de tjänsteresor som de geologiska fältundersökningarna kräver (Norconsult 2019). För att minska företagets växthusgasutsläpp relaterade till dessa tjänsteresor har Norconsult vidtagit ett antal klimatåtgärder och strävar nu efter att kartlägga effekterna från dessa åtgärder i förhållanden till den transportmetod som utgör dagens branschstandard. Detta är för att fastställa vilka av klimatåtgärderna som har störst inverkan och potential till växthusgasreduktion.

## 1.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med detta examensarbete är att undersöka vilken klimatpåverkan Norconsults tidigare samt nuvarande och framtida alternativa transportmetoder för geotekniska undersökningar har. Syftet är även att undersöka samt analysera vilka möjligheter eller hinder som finns för att implementera dessa alternativa transportmetoder i större skala. Detta har gjorts genom att utgå från följande frågeställningar:

- Vilka delmoment i händelseförloppet för en geoteknisk undersökning har störst klimatpåverkan? Det vill säga vilket eller vilka delmoment under ett geotekniskt uppdrag utgör hot-spots och genererar störst växthusgasutsläpp?
- Vilka klimatåtgärder kan bidra till att minska dessa utsläpp? Vilka av dessa klimatåtgärder bidrar till störst reduktion av växthusgasutsläpp?
- Hur kan dessa klimatåtgärder användas för att planera alternativa och mer klimatsmarta transportmetoder för geotekniska undersökningar?
- Vilka möjligheter och hinder finns för att nya alternativa transportmetoder för geotekniska fältundersökningar ska kunna implementeras i större skala?

## 1.2 Rapportens disposition

Rapporten för denna studie inleds med kapitel ett som innehåller en introduktion av studien följt av dess syfte, frågeställningar och avgränsningar. Kapitel två i rapporten ger en beskrivning av Norconsults geologiska fältundersökningar. Därefter presenteras vilka metoder som använts i studien i kapitel tre. Sedan går kapitel fyra igenom rapportens litteraturstudie. Där redogörs bland annat vad tidigare studier har kommit fram till gällande åtgärder för att minska på växthusgasutsläpp från vägtransporter. Följande åtgärder tas upp i kapitel fyra: val av fordon och drivmedel, optimering av färdruttor, optimering av last samt eco-driving. Kapitel fyra innehåller även ett delkapitel som berör framtidsutsikter inom den svenska transportsektorn, där olika styrmedel för ökad användning av biodrivmedel och elfordon presenteras. Kapitel fem går igenom vilka scenarier och uppdragstyper denna studies klimatberäkningar utgår ifrån. Efter detta presenteras resultaten från klimatberäkningarna i kapitel sex. I kapitel sju redogörs studiens analys och diskussion av resultatet från litteraturstudien samt klimatberäkningarna. Avslutningsvis presenteras studiens slutsatser och rekommendationer i kapitel åtta. Väsentlig information såsom livscykelinventering och detaljerad data som använts i klimatberäkningarna presenteras i appendix.

## 1.3 Avgränsningar

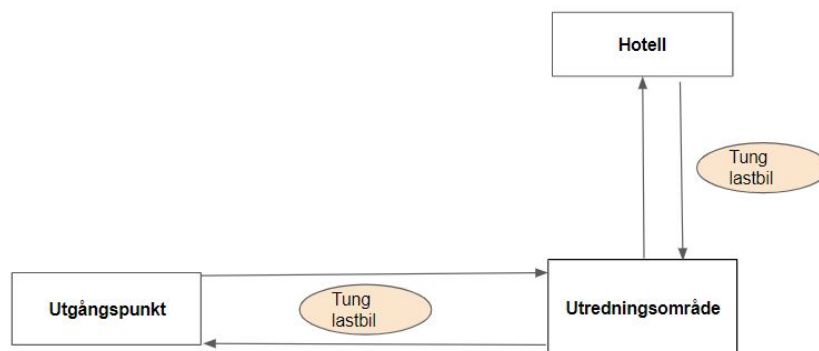
Miljöpåverkanskategorin *klimatpåverkan* utgör fokusområdet för analysen i denna studie. Klimatpåverkan undersöks och analyseras ur ett livscykelperspektiv för Norconsults transporter under tjänsteresor och denna studie är avgränsad till de tjänsteresor Norconsult utför i Sverige. Anledningen till detta är att det i nuläget inte finns tillräckligt med data och information kring de transporter som är kopplade till tjänsteresor som utförs utanför Sverige. Denna studie är även avgränsad till Norconsults tjänsteresor kopplade till geotekniska uppdrag medan andra typer av tjänsteresor inte är inkluderade. Vidare är denna studie avgränsad till vägtransporter och följaktligen är alternativa trafikslag såsom järnväg, luftfart eller sjöfart inte inkluderade. Detta eftersom de geotekniska undersökningarna som utförs av Norconsult framförallt kräver transport via vägtrafik. Förutom klimatpåverkan för Norconsults transporter har även klimatpåverkan från användning av borrhög under den geotekniska undersökningen inkluderats då analysen för denna studie är ur ett livscykelperspektiv.

## 2 Beskrivning av Norconsults fältundersökningar

Norconsult fältgeoteknik erbjuder olika sorters fältundersökningar, bland annat geotekniska undersökningar där jord- och bergsmassors egenskaper fastställs. För att genomföra uppdragen krävs utrustning av olika slag, framförallt borrhigar av olika storlekar. (Norconsult u.å.). Som tidigare nämnts utförs denna typ av fältundersökningar på olika ställen i Sverige (Norconsult 2019) och för att komma till respektive utredningsområde krävs transporter.

Nedan presenteras hur dessa transporter brukar gå till inom branschen, samt vilka klimatåtgärder Norconsult har vidtagit i strävan att reducera växthusgasutsläppen från sina egna transporter.

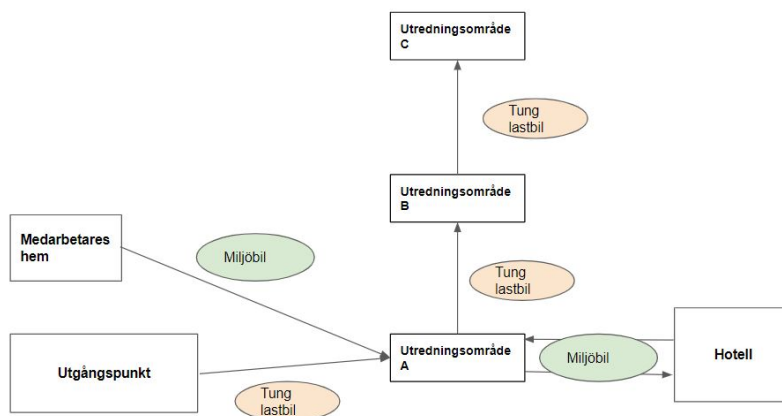
Enligt Richard Carlsson <sup>1</sup> utförs majoriteten av dagens transporter för geotekniska uppdrag med hjälp av tunga fordon såsom lastbilar eller bärgningsfordon. Detta är för att själva borrhigen som används för att utföra uppdragen väger mellan 4 till 18 ton beroende på storlek. Det är då vanligt inom branschen att företagen äger egna lastbilar eller andra fordon för att utföra samtliga transporter till och från utredningsområdet. Även eventuella transporter mellan utredningsområdet och hotell vid tillfällen då ett uppdrag sträcker sig över flera dagar sker med tung lastbil (se figur 1). Vidare berättar Carlsson att Norconsult tidigare också har haft egna lastbilar och använt sig av denna transportmetod innan de bestämde sig för att anlita externa mer miljöanpassade transportörer i strävan efter att minska på företagets växthusgasutsläpp. Innan Norconsult införde klimatåtgärderna hände det även att större personbilar som exempelvis jeepar nyttjades tillsammans med släp för att transportera utrustning av mindre storlek.



Figur 1: Schematisk överblick av hur Norconsult fältgeoteknik utförde sina transporter till och från utredningsområdet samt hotell innan implementering av klimatåtgärder.

<sup>1</sup>Richard Carlsson, uppdragsansvarig Norconsult fältgeoteknik AB, kontakt via videosamtal den 28 januari 2022

Idag använder sig Norconsult av externa transportörer och äger alltså inga egna tunga lastbilar för transport. Inför varje uppdrag bokar Norconsult in en transportör vars uppgift är att transportera nödvändig utrustning till utredningsområdet till utsatt tid. Majoriteten av alla uppdrag (ca 95% ) sker med tunga lastbilar via samma speditörsfirma (Janssons entreprenad). Vid de fall då utrustningen inte behöver flyttas en längre sträcka så kan det hända att lokala transportörer eller bärgningsfirmor används. Medarbetare färdas istället med personbilar direkt från respektive medarbetares hem (se figur 2). I vissa enstaka fall händer det även att medarbetare åker tåg eller flyg, men den allra vanligaste transportmetoden är fortfarande personbil. Vid omständigheter där uppdraget tar flera dagar och övernattnin g på hotell krävs så sker transporten mellan hotell och utredningsområde med personbil istället för tung lastbil, vilket var standarden förut. Norconsult ställer i nuläget inga specifika miljökrav såsom eco-driving på de externa transportörerna, förutom att fordon som används för uppdrag i innerstadsmiljöer behöver ha en viss miljöklassning. Därtill har Norconsult heller inga krav på att Norconsults medarbetare ska implementera eco-driving vid transporter i personbilar. Carlsson belyser emellertid att det finns planer på att byta ut Norconsults nuvarande personbilar till elbilar för kommande leasingperiod.



Figur 2: Schematisk överblick av hur Norconsult fältgeoteknik utför sina transporter till och från utredningsområden efter implementering av klimatåtgärder.

Norconsult har personal över hela landet och försöker således planera så att de medarbetare som befinner sig närmst givet utredningsområde tar sig an det uppdraget. Norconsult har en borrhigg i Luleå som har hand om samtliga uppdrag i norr och ner till stockholmsområdet, en i Malmö som har hand om samtliga uppdrag i söder och upp mot göteborgsområdet, samt tre borrhigg i göteborgsområdet som har hand om uppdragen i mellansverige. Carlsson förklarar därpå att det idag till skillnad från tidigare, är vanligt att transporter som sker med hjälp av tung lastbil fortsätter från ett uppdrag direkt till ett annat istället för att låta utrustningen transporteras tillbaka till utgångspunkten innan det går till nästa uppdrag. Dessutom har de börjat använda en bormast som är kompatibel med grävmaskiner. Detta betyder att Norconsult idag kan välja att endast transportera bormasten som väger mindre än hela borrhiggen till ett uppdrag där det finns lokala grävmaskiner tillgängliga. Dock nämner Carlsson att detta hittills endast skett vid vissa undantagsfall där utredningsområdet är extra svåråtkomligt med Norconsults egna borrhigg.

Idag går Norconsults borrhigg på diesel, men arbetet med att byta ut dessa mot nya borrhigg som kan gå på biodiesel (HVO100) är på gång. Carlsson nämner även att utrustning som går på el finns, men påpekar då att de skulle kräva stora och dyra batterier samt effektuttag som klarar av en högre spänning. Att ha eldriven utrustning kan också leda till problem om utredningsområdet befinner sig mycket avlägset från laddinfrastruktur, konstaterar Carlsson. Det är inte ovanligt att Norconsult behöver utföra uppdrag på avlägsna platser med begränsade möjligheter till att tanka eller ladda utrustning.



## 3 Metod

För att uppnå denna studies mål och syfte samt svara på studiens frågeställningar har två metoder använts, nämligen en litteraturstudie och klimatberäkningar. Dessa metoder har kombinerats för att uppnå en mer heltäckande analys över hur ett antal klimatåtgärder påverkar klimatprestandan för Norconsults transporter samt vilken eller vilka klimatåtgärd(er) som bidrar till störst utsläppsreduktion. Klimatberäkningarna har utförts ur ett livscykelperspektiv, det vill säga från vaggan till grav. Vidare har klimatberäkningarna utförts på ett antal scenarier som beskriver dagens branschstandard samt alternativa metoder för transport till och från geotekniska undersökningar. I dessa scenarier varierar olika faktorer såsom fordonstyp, drivmedel och transportsträcka för de olika fordonen. Hur scenarierna utvecklades för denna studie samt hur litteraturstudien och klimatberäkningarna utfördes redogörs i kommande kapitel.

### 3.1 Litteraturstudie

För att ge en överblick över kunskapsläget inom det aktuella området samt för att bidra med relevant information för kommande analys och diskussion av resultatet från klimatberäkningarna utfördes en litteraturstudie. Informationssökningen för litteraturstudien utfördes främst genom LUBsearch och Google scholar vilka är två olika typer av databaser. LUBsearch är Lunds Universitets egna databas för universitetets bibliotek, medan Google scholar är en databas framtagen av Google. Litteraturstudien genererade olika typer av publikationer såsom vetenskapliga artiklar, rapporter och böcker för att nämna några exempel. Vid behov användes även material från olika myndigheters hemsidor såsom Energimyndigheten och Naturvårdsverket.

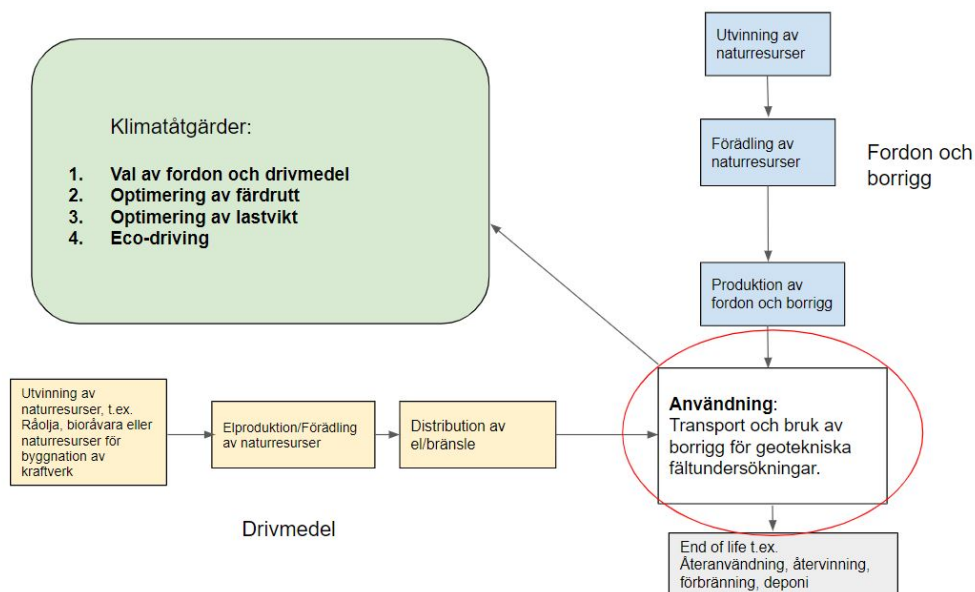
Olika söktermer och relaterade synonymer på svenska och engelska användes under uppstarten av informationssökningen. Exempel på söktermer som använts är: *Rutt optimering*, *Ecodriving*, *Gröna färdrutter*, *Fuel economy*, *Cargo weight* och *Model vehicle fuel consumption*. Under senare skeden av informationssökningen tillämpades även *the snowball method*, det vill säga att man söker efter relevant material i tidigare använda källors referenslistor.

För att förse rapporten med relevant bakgrundsinformation om hur Norconsults transporter har gått till tidigare och vilka förändringar som har skett, samt för att kunna sammanställa studiens scenarier har personlig kontakt skett med representanter från Norconsult genom mejl och videosamtal.

### 3.2 Beräkningar av klimatprestanda för olika transportsценarier

Arbetsmetodiken för denna studies klimatberäkningar har till stor del baserats på arbetsmetodiken för livscykelanalyser enligt ISO14000 och ISO14044. Vad denna arbetsmetodik innehåller för steg samt vad de innebär redovisas mer detaljerat i Appendix A.

Scenarierna och klimatåtgärderna är framtagna i samråd med Markus Mangsten<sup>2</sup>. Bakgrundsinformation relevant för studiens scenarier och klimatåtgärder såsom hur Norconsults transporter tidigare utförts samt utförs idag har utarbetats och tillförts av Mangsten, Lina Hult<sup>3</sup> samt Richard Carlsson<sup>4</sup>. Denna bakgrundsinformation presenterades mer utförligt i kapitel 2 *Beskrivning av Norconsults fältundersökningar*. Sammanfattat har de scenarier som omfattas av denna studie utvecklats från ett grundscenario samt ett antal klimatåtgärder. Grundscenariot representerar dagens branschstandard, det vill säga hur Norconsult utförde sina transporter innan de valde att implementera några klimatåtgärder. Övriga scenarier för de alternativa transportmetoderna är därefter framtagna genom implementering av olika klimatåtgärder. Till denna studie har fyra klimatåtgärder valts ut som fokusområden, nämligen 1. *Val av fordon och drivmedel*, 2. *Optimering av färdрут*, 3. *Optimering av lastvikt* samt 4. *Eco-driving* (se figur 3). Bakgrunden till detta är att dessa fyra klimatåtgärder är åtgärder som Norconsult redan har infört eller skulle kunna tänka sig att införa i större skala.



Figur 3: Överblick över studiens systemgränser

Av de fyra klimatåtgärderna som inkluderas i denna studie så skiljer sig klimatåtgärd ett (val av fordon och drivmedel) ifrån resterande klimatåtgärder i avseende att klimatprestandan är beroende av processer under dess livscykel (se figur 3). Det vill säga, processer uppströms såsom utvinning och förädling av naturresurser har en påverkan på fordonets och drivmedlets totala klimatprestanda ur ett livscykelperspektiv. Olika fordonstyper och modeller kräver olika stora mängder energi- och instatsvaror vid produktion och därmed varierar klimatprestandan för fordonet ur ett livscykelperspektiv. Liknande fall gäller även för drivmedel som dessutom kan ha olika råvaror och tillverkningsmetoder vilket kan vara avgörande för dess klimatprestanda. Klimatåtgärd två, tre och fyra påverkar å andra sidan endast klimatprestandan under användningsfasen för transporterna. Därav har olika metoder använts under kartläggningen av klimatpåverkan. För klimatåtgärd ett har klimatberäkningar enligt arbetsmetodiken för livscykelanalyser använts för de fordon, borrhög och drivmedel som används i respektive scenario. Metoden för att bestämma effekten av klimatåtgärd två, tre och fyra beskrivs i delkapitel 3.3, 3.4 och 3.5.

<sup>2</sup>Markus Mangsten, VD Norconsult fältgeoteknik AB, kontakt via mejl och videosamtal 2022

<sup>3</sup>Lina Hult, Miljösamordnare Norconsult, kontakt via mejl 2022

<sup>4</sup>Richard Carlsson, uppdragsansvarig Norconsult fältgeoteknik AB, kontakt via videosamtal den 28 juni 2022

### 3.2.1 Inventering av livscykeldata

Befintlig livscykelanalys-data (LCA-data) har samlats in för el, drivmedel, fordon och borrhigg som är inkluderade i studiens scenarier. Denna LCA-data har därefter kombinerats med de utvalda klimatåtgärderna enligt de konfigurationer som återfinns i studiens olika scenarier. Till så stor utsträckning som möjligt har LCA-data från Norconsult använts, men vid de tillfällen detta inte varit tillgängligt så har generell data som går att tillhandahållas från tillverkare eller distributörer samt myndigheter använts istället. Om detta i sin tur inte varit tillgängligt så har istället data från tidigare utförda livscykelanalyser använts.

Information om vilka slags fordon som Norconsult och den speditör som Norconsult samarbetar med använder för sina transporter, samt specifika modeller av dessa fordon har tillhandahållits från Markus Mangsten<sup>5</sup>. Vidare har även information och miljödata för de borrhigg som Norconsult använder sig av också försetts av Mangsten, via Norconsults leverantör av borrhigg (Geomek Stockholms Geomekaniska AB).

Eftersom en variation av lastbilar och personbilar används för Norconsults transporter har en variation av olika källor behövts för att bestämma klimatpåverkan från tillverkningen av dessa fordon. Många av källorna som använts är livscykelanalyser utförda ur ett vagga till grund perspektiv, dock eftersom källorna använts för att endast bestämma klimatpåverkan från tillverkningen av fordonen så har LCA-data ur ett vagga till grund perspektiv hämtats från dessa källor. Vilka källor som använts och vilka antaganden som gjorts för respektive fordon, borrhigg och drivmedel samt el förklaras i mer detalj i Appendix B. Eftersom mycket data för produktion av fordon, borrhigg och drivmedel samt el hämtats från tidigare utförda livscykelanalyser så har inga egna val av kategoriindikatorer gjorts. Vidare har heller ingen egen klassificering eller karakterisering utförts.

Klimatberäkningarna har därefter utförts i excel där vagga-till-grund LCA-data för fordon och borrhigg samt well-to-wheel LCA-data för drivmedel adderats ihop utifrån respektive scenarios givna förutsättningar. Utsläpp genererade från bruk av borrhigg under den geotekniska undersökningen är även inkluderade. Klimatpåverkan från denna aktivitet är beräknad med hjälp av borrhiggens genomsnittliga bränsleförbrukning per timme, bränslets värmevärde, bränslets emissionsfaktor samt den genomsnittliga drifttiden för borrhigen.

### 3.2.2 Funktionell enhet

Den funktionella enheten för en livscykelanalys ska spegla funktionen av det studerade systemet. Den bör även vara konkret och mätbar. Funktionen av det studerade systemet för denna studie är själva uppdraget för den geologiska fältundersökningen och därmed har den funktionella enheten bestämts till *utfört uppdrag*. Eftersom Norconsult utför olika uppdragstyper med olika långa transportsträckor (lokala, regionala och långväga) så har denna studie tre funktionella enheter baserade på de tre uppdragstyperna, nämligen:

1. Utfört lokalt uppdrag
2. Utfört regionalt uppdrag
3. Utfört långväga uppdrag

Ett utfört uppdrag innefattar transport av borrhigg och personal till och från utredningsområdet samt eventuella transporter mellan utredningsområdet och logi, med hjälp av lastbil eller lastbil och personbil. Drift av borrhigg för själva utförandet av den geotekniska undersökningen är även inkluderat ett utfört uppdrag.

---

<sup>5</sup>Markus Mangsten, VD Norconsult fältgeoteknik AB, mejlkontakt 2022

### 3.2.3 Miljöpåverkanskategori - klimatpåverkan

Den valda miljöpåverkanskategorin till denna studie är klimatpåverkan. Förenklat kan begreppet klimat förklaras som de förändringar och variationer som sker i vädrets egenskaper under en längre tidsperiod. Detta mäts statistiskt och indirekt genom olika observationer (SMHI u.å). Det finns en korrelation mellan uppvärmningen av jordens klimat och utsläpp av växthusgaser då dessa bidrar till att förändra luftens kemiska sammansättning (Naturvårdsverket u.å(c)). Växthusgaser absorberar energi för att därefter återutsöndra det till atmosfären och slutligen rymden. Därav bidrar det till att värma upp jorden genom att sakta ner hastigheten som energin strålas tillbaka till rymden. Utifrån två aspekter kan man särskilja hur stor potential en växthusgas har att påverka klimatet, nämligen dess strålningseffektivitet samt dess livslängd. Ju högre strålningseffektivitet desto bättre förmåga att absorbera energi har växthusgasen (EPA u.å).

För att möjliggöra jämförelse av olika växthusgasers potential till att påverka klimatet har måttet GWP tagits fram. GWP står för Global Warming Potential och det anger hur mycket energi som ett kilogram eller ton av en viss växthusgas kan absorbera under en bestämd tidsperiod. Detta värde är i relation till hur mycket energi som ett kilogram eller ton koldioxid kan absorbera under samma tidsperiod. 100 år brukar vara standard vid beräkningar av GWP för olika växthusgaser. Därmed innebär det att ju högre GWP-värde en växthusgas har desto större förmåga har den att absorbera energi jämfört med koldioxid. Koldioxid har alltid GWP-värdet ett då det fungerar som referens och bakgrunden till detta är koldioxidens långa livslängd. Metan som har en kortare livslängd än koldioxid har exempelvis ett GWP-värde mellan 28 och 36 under en tidsperiod på 100 år (EPA u.å). Om man känner till GWP-värdet för de växthusgaser som genereras i ett system så kan man översätta dem till den gemensamma enheten *koldioxidekvivalent* ( $CO_2$ -ekvivalent) (Naturvårdsverket u.å(a)). Då motsvarar till exempel utsläpp av ett ton metan 28 ton  $CO_2$ -ekvivalenter och det bidrar därmed till växthuseffekten 28 gånger mer jämfört med koldioxid. På så sätt kan man sammanställa den totala klimatpåverkan från ett stort antal olika växthusgaser i en enda enhet.

### 3.2.4 Datakvalitet

Olika källor såsom livscykelanalyser, vetenskapliga artiklar och webbsidor har använts för att bestämma klimatpåverkan från de olika delmomenten av respektive scenarios klimatpåverkan. För att följa ISO-standardens riktlinjer har olika aspekter inom dessa källors kvalitet tagits i beaktande. Exempel på aspekter är bland annat geografisk, tidsmässig och teknisk täckning. Följande stycken redogör hur dessa aspekter har tagits i åtanke vid datainsamling och användning för denna studies system.

Både lastbilar och personbilar består av många olika komponenter som i sin tur är tillverkade av ett stort antal material. En lastbil kan exempelvis bestå av över tiotusen olika material (Dora och David 2020). På grund av avsaknad information för respektive fordons och borrhiggs exakta komponenter och material samt för att följa studiens satta tidsram har därmed främst tidigare livscykelanalyser använts som källor. Då de fordon som är inkluderade i denna studie tillverkas från globala företag så är det mycket tänkbart att det stora antalet komponenter och material som går åt att tillverka fordonet är producerade och monterade på ett flertal olika platser världen över. Därav har inga restriktioner till ett specifikt geografiskt område gjorts vid insamling av data för produktion och tillverkning av fordon och borrhigg. För produktion och användning av el har denna studie dock begränsat sig till svensk elmix med bakgrund till att Norconsult utför sina uppdrag inom Sverige.

För produktion och tillverkning av fordon och borrhigg har produktspecifik data använts i så stor utsträckning som möjligt. Produktspecifik i detta sammanhang syftar till information och data för hela fordonet eller hela borrhiggen, det vill säga fordonet eller borrhiggen räknas som en produkt i sig. Vid de tillfällen då produktspecifik information och data inte varit tillgänglig, har istället information och data hämtats från källor med liknande produktsystem i så stor utsträckning som möjligt.

Eftersom Norconsult använder sig av fordon och borrhjor som är av olika årsmodeller så har tidsaspekten beaktats genom att använda källor som är så nära respektive fordon och borrhjors verkliga ålder som möjligt. För de processer i studiens system som inte har en specifik ålder exempelvis produktion och användning av drivmedel eller el har istället så aktuell information och data använts istället. Miljö och klimat är ett mycket aktuellt forskningsområde, därmed har information och datakällor senare än 2010 använts i så stor utsträckning som möjligt.

Vid bearbetning och användning av information och data så har ISO-standardens princip om att överskatta istället för att underskatta miljöpåverkan implementerats. Vidare är det viktigt att belysa att de antaganden, generaliseringar samt förenklingar som gjorts under datainsamlingen påverkar osäkerheten i resultaten. Med andra ord påverkar det även fullständigheten, överenskommelsen samt representativiteten för datan i denna studie.

### 3.3 Bränsleåtgång och emissionsutsläpp per uppdrag

Bränsleförbrukningen för en transport är korrelerat med hur långt man kör. Därav har växthusgasutsläppen beräknats utifrån det valda fordonets bränsleförbrukning, hur lång sträcka som körts för uppdraget samt det valda drivmedlets energi- och emissionsfaktor. Fordonets bränsleförbrukning har antagits vara lika med den bränsleförbrukning som finns specificerad i dess WLTP-värden. WLTP står för Worldwide Harmonized Light Vehicle Test Procedure och är ett standardiserat test som används för att fastställa en bils bränsleförbrukning och växthusgasutsläpp (WLTPFACTS u.å). Det har även funnits behov av att korrigera värdet för bränsleförbrukningen erhållen från WLTP för ett av de fordon som ingår i denna studie. Detta eftersom WLTP-förfarandena reflekterar verkligheten sämre för vissa biltyper jämfört med andra. Bakgrunden till vilket värde som korrigerats och för vilket fordon redogörs i mer detalj i Appendix B.

Emissionsfaktorer för växthusgaser som använts kommer från Energimyndighetens rapport *Drivmedel 2020*, då dessa emissionsfaktorer är framtagna ur ett livscykelperspektiv (Energimyndigheten 2021a). I *Drivmedel 2020* redogörs även för vilka drivmedel och i vilka mängder som används i Sverige idag.

Underlaget för hur långa sträckor de olika fordonen kör per uppdrag för samtliga scenarier och de olika uppdragstyperna, det vill säga  $S$  i nedanstående ekvationer, har tagits fram av Markus Mangsten<sup>6</sup>. Beroende på om det var ett flytande bränsle eller el så användes olika ekvationer (se ekvation 1 och 2) för att beräkna utsläppen från användningsfasen av en transportsträcka.

$U$  = utsläpp i g  $CO_2$ -ekvivalenter/uppdrag.

$S$  = sträcka i km/uppdrag.

$Q$  = bränsleförbrukning i L/km.

$C$  = energi i MJ/L.

$E$  = emissionsfaktor i g  $CO_2$ -ekvivalenter/MJ.

$$U = S * Q * C * E \quad (1)$$

---

<sup>6</sup>Markus Mangsten, VD Norconsult fältgeoteknik AB, kontakt via mejl och videosamtal 2022

För el som drivmedel gäller följande ekvation:

$U$  = utsläpp i g  $CO_2$ -ekvivalenter/uppdrag.

$S$  = sträcka i km/uppdrag.

$Q$  = elförbrukning i kWh/km.

$E$  = emissionsfaktor i g  $CO_2$ -ekvivalenter/kWh.

$$U = S * Q * E \quad (2)$$

### 3.4 Optimering av lastvikt

Optimering av lastvikt är en bred term som kan innebära många saker. Exempelvis optimering av hur mycket själva transportfordonen väger eller optimering av hur mycket lasten väger. I denna studie syftar dock termen på att undvika att transportera tyngre last än nödvändigt och i detta fallet är lasten borrhjellen som krävs för att utföra den geologiska undersökningen. I kapitel 2, *Beskrivning av Norconsults fältundersökningar*, framgick det att Norconsult har en bormast som är kompatibel med konventionella grävmaskiner som kan hyras lokalt vid utredningsområdet. Bormasten är mindre än en borrhjell och väger således också mindre. Med en lättare lastvikt krävs på så sätt inga transporter med tung lastbil och Norconsult kan därmed genomföra vissa transporter endast med hjälp av en personbil och släpvagn. Effekterna av denna klimatåtgärd, det vill säga optimering av lastvikt genom att undvika transporter av tyngre utrustning än vad som krävs har analyserats och diskuterats kvalitativt. Detta eftersom att ett eget scenario för denna typ av transport med personbil och släpvagn bedöms innebära för stora osäkerheter under dagens förutsättningar.

### 3.5 Eco-driving

Eco-driving är en form av körmetod som används för att uppnå minskad miljö- och klimatpåverkan under körning. Några exempel på vad eco-driving kan innebära är att föraren undviker tomgångskörning, hastiga accelerationer och inbromsningar (Boriboonsomsin 2015). Mer om vad eco-driving innebär samt hur stora utsläppsbesparingar det kan ge upphov till förklaras mer detaljerat i kapitel 4.4.

Eco-driving är emellertid kopplat till en individs mänskliga beteende och vilka effekter eco-driving har på en transports klimatpåverkan kan således variera. Dessutom så är det omöjligt att ta hänsyn till samtliga möjliga utfall av situationer där eco-drivingåtgärder implementeras. Därmed har effekterna från eco-drivingåtgärder i denna studie analyserats och diskuterats kvalitativt istället för kvantitativt, då det senare bedöms innebära för stora osäkerheter.

## 4 Litteraturstudie - åtgärder för minskad växthusgasutsläpp från vägtransport

Hur mycket eller lite växthusgaser som genereras under en transport är korrelerat till fordonets bränsleförbrukningen och vilken typ av drivmedel som används. Bränsleförbrukningen under transporten är i sin tur kopplat till en rad andra faktorer, bland annat vilken typ av fordon det är, transportsträcka, lastvikt samt körbeteende och körteknik hos föraren. Vid strävan efter att reducera växthusgasutsläpp från en transport vore det därför lämpligt att undersöka just dessa områden.

### 4.1 Val av fordon och drivmedel

Från att ha varit en till största del homogen marknad med enbart bensin- och dieslbilar, så har en förändring skett och idag finns det även ett utbud av bilar som drivs av förnybara drivmedel. Förutom traditionella bilar med förbränningsmotorer som i vissa fall även kan drivas av förnybara drivmedel, så finns det idag även elbilar och plug-in hybrider. Diesel är emellertid fortfarande den vanligaste typen av drivmedel i Sverige vilket det har varit sedan 2010 (Energimyndigheten 2020).

Miljöbilar är kan vara ett intuitivt val för de som vill reducera sina växthusgasutsläpp. Däremot finns det ingen entydig definition av vad en miljöbil är. Exempelvis kan bilar som drivs av förnybara drivmedel såsom biogas, el eller etanol räknas som miljöbilar. För att utvidga termen ännu mer så skulle även bränslesnåla bensin- eller dieslbilar kunna inkluderas i definitionen. Det är emellertid viktigt att notera att det både har funnits och fortfarande finns flera olika definitioner och i vissa fall krav på vad en miljöbil är, för att bilen ska vara berättigad klimatbonusar eller skattebefrielser (Miljöfordon 2021). Den som vill veta mer om en viss bilmodells miljö- och klimatprestanda kan ta reda på dess WLTP-värden. WLTP står för Worldwide Harmonised Light Vehicle Test och är ett test utfört i laboratorium för att fastställa en personbils bränsleförbrukning och växthusgasutsläpp. WLTP ersätter den gamla testmetoden New European Driving Cycle (NEDC) och ska vara mer representativ för vardagligt körbeteende, då det är utvecklat med hjälp av riktig kördata från hela världen (WLTPFACTS u.å). Från och med 2019 har man rätt till att ta del av en bils WLTP-värden när man ska köpa eller leasa en bil. Samtidigt är det viktigt att notera att en bils WLTP-värden inte speglar den verkliga bränsleförbrukningen till hundra procent. Det är fortfarande förarens egna körbeteende och körteknik som kommer avgöra den verkliga bränsleförbrukningen (Konsumentverket 2018).

Valmöjligheterna av tunga lastbilar som går på förnybara drivmedel är dock inte lika många som för personbilar. 2018 var andelen lätta lastbilar registrerade för förnybara drivmedel drygt 2,2 % och motsvarande siffra för tunga lastbilar var 1,4 % (TRIPLEF u.å). Det är tydligt att fossila drivmedel såsom diesel och bensin är de dominerande typerna av drivmedel för lastbilar trots att förnybara alternativ har börjat komma in på marknaden. Vad för slags drivmedel en lastbil är registrerad för anger dock inte alltid vad för slags drivmedel som faktiskt används, eftersom många fordon ofta kan köra på flera olika sorters drivmedel. Till exempel har en lastbil som är registrerad för fossil diesel även möjligheten att köra på HVO (TRIPLEF u.å), vilket är en typ av biodiesel.

Som tidigare nämnt är utsläppen från ett fordon även kopplat till vilket slags drivmedel som används. I följande stycken utvecklas vad som påverkar ett drivmedels klimatprestanda.

#### 4.1.1 Biobaserade drivmedel

Det som skiljer biodrivmedel från fossilt drivmedel är vad det är tillverkat av. Fossila bränslen såsom bensin och diesel består till grund av döda växter och djur som har ansamlats på botten av hav eller insjöar. Detta har därefter utsatts för höga temperaturer och tryck under miljontals år och sakta men säkert bildat kol, gas eller olja (Naturvårdsverket u.å(e)). Biobränslen eller biodrivmedel är å andra sidan producerat av förnybar biomassa såsom växter eller delar av växter (Naturvårdsverket u.å(f)). Några exempel på råvaror som kan användas för att producera biodrivmedel är sockerbetor, sockerrör, vete och majs som är rika i socker och stärkelse. Soja, raps och animaliska restprodukter tillhör gruppen oljebaserade råvaror. Halm och skogsrester tillhör en tredje grupp kallad lignocellulosa (Börjesson m. fl. 2016). Biodrivmedel genererar växthusgasutsläpp likt deras fossila motsvarigheter vid användning, det vill säga när det förbränns. Däremot anses dessa utsläpp vara lika med noll då man menar att den koldioxid som producerats under förbränningen motsvarar den mängd koldioxid som biomassan bundit in när den växte via fotosyntes (Energimyndigheten 2021a).

Emellertid är det viktigt att ha ett livscykelperspektiv vid beräkning av ett drivmedels totala klimatpåverkan. Under samtliga steg från utvinning av naturresurser, förädlingsprocesser och slutligen till användning av drivmedlet produceras växthusgasutsläpp. Framförallt när råvarorna ska odlas, då denna process kräver mycket resurser såsom gödsel, dieseldrivna maskiner och transport. Vidare har varje biodrivmedels produktionssystem olika förutsättningar. Ett exempel på detta är geografisk placering och att endast värdera klimatprestandan utifrån vilken typ av drivmedel som används vore missvisande (Börjesson m. fl. 2016). Förutom växthusgasutsläpp kan produktion och användning av biodrivmedel även ha andra effekter på miljön och människor. Hur hållbart ett biodrivmedel är bör därav även beaktas ur ett flertal andra aspekter såsom påverkan på biologiska mångfald, mark och vatten samt huruvida det bidrar till avskogning (Naturvårdsverket u.å(f)).

Hur stora utsläppsbesparingarna är för olika biodrivmedel varierar beroende på råvara och som tidigare nämnt dess produktionssystem. Dock spelar även beräkningsmetoden roll. Olika beräkningsmetoder kan ge olika resultat för samma slags drivmedel. Det finns en del olika internationella regelverk för hur man ska gå till väga och RED (Renewable Energy Directive) vilket är ett EU-regelverk för beräkning växthusgasprestanda samt ISO-standarderna för livscykelanalyser är två exempel. Börjesson m. fl. (2016) redogör i sin rapport om att biodrivmedel generellt har en utsläppsbesparing på över 50% jämfört med konventionella fossila drivmedel. Till exempel kan HVO (Hydrerad vegetabilisk olja) producerat av tallolja ha en växthusgasreduktion på 80-95% medan HVO producerat från animaliskt fett från restavfall har en växthusgasreduktion på 65-80%. Dessa värden är framtagna med hjälp REDs regelverk och ISO-standarderna för livscykelanalyser (Börjesson m. fl. 2016).

#### 4.1.2 Drivmedel i Sverige

Bensin och diesel i Sverige kategoriseras i olika miljöklasser och då brukar beteckningar såsom *MK1* (miljöklass ett) användas. Vad miljöklasser innebär beskrivs mer utförligt i kapitel 4.5.1. Från och med den 1:a augusti 2021 blev E10 den nya standardbensinen på marknaden. Detta innebär att inblandningen av etanol ökade från 5 % till 10 % (Transportstyrelsen 2022). Vidare så används idag två olika sorters biodiesel i Sverige, nämligen HVO och Fettmetylester (FAME) vilka båda kan produceras från oljerika växter som exempelvis soja, raps och oljepalmer eller oljerika restprodukter (Energimyndigheten 2020). Kemiskt är HVO mer lik fossil diesel, till skillnad från FAME, vilket möjliggör en högre inblandning för HVO. I nuläget används båda sorterna av biodiesel både som låginblandat och höginblandat, dock är det senare inte lika vanligt (Energimyndigheten 2020). HVO och FAME kan även säljas som 100 % förnybart, det vill säga som ren HVO och ren FAME och inte blandat med fossil diesel. Då används beteckningarna HVO100 respektive B100 (Energimyndigheten 2021a). För att få använda HVO100 och B100 krävs dock ett godkännande från fordons- och motorstillverkare. Detta är för att säkerställa att emissionsvärden och garantier ska gälla. För B100 krävs dessutom anpassade dieselmotorer medan HVO100 kan köras i vilka dieselfordon som helst (Ener-



gimyndigheten 2020). Idag är det framförallt tunga fordon med dieselmotorer som certifieras för att köra på HVO100 och B100 (Energimyndigheten 2021a). Andra typer av biodrivmedel som används i Sverige förutom biodiesel är etanol och biogas. Etanol förekommer framförallt som låginblandat med 95-oktanig bensin samt även ibland som låginblandat med 98-oktanig bensin (Energimyndigheten 2020). Därutöver finns det även höginblandad etanol för både personbilar och lastbilar. E85 och ED95 är höginblandad etanol där E85 består av cirka 85 % etanol och 15 % bensin och kan användas i personbilar (Miljöfordon 2017a). ED95 används i etanollastbilar och består av 95 % etanol och 5 % funktionsförbättrande tillsatser såsom smörjmedel, tändförbättrare och korrosionsskydd (Miljöfordon 2017b). Likt biodiesel och etanol förekommer även biogas som blandad form. Då är biogasen blandad med naturgas. Biogas finns även som ren biogas (Energimyndigheten 2020). Ibland använder man samlingsnamnet *fordonsgas* för ren naturgas, ren biogas eller blandningen av dem båda när det används som drivmedel i fordon. Metan utgör den största delen av fordonsgasen och det som skiljer biogas och naturgas åt är vilket ursprung gasen har. Naturgas har fossilt ursprung medan biogas är förnybart producerat (Energigas 2022).

I tabell 1 presenteras några exempel på klimatpåverkan från fossila och biobaserade drivmedel. Siffrorna är hämtade från Energimyndighetens årliga rapport *Drivmedel 2020*, där de sammanställt information och data om de drivmedel som levererats i Sverige. Beräkningarna är utförda ur ett livscykelperspektiv och den beräkningsmodell som energimyndigheten har tillämpat är enligt hållbarhetslagen vilket har sitt ursprung i EUs förnybardirektiv (RED) (Energimyndigheten 2021a).

Tabell 1: Årsmedelvärden av växthusgasutsläpp från olika drivmedel i g  $CO_2$ -ekvivalenter/MJ för 2018, 2019 samt 2020 som levererats i Sverige. Källa: Energimyndigheten 2021a

<b>g <math>CO_2</math>-ekvivalenter/MJ</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Bensin MK1	90,2	90,0	89,1
Diesel MK1	77,3	76,4	75,7
Diesel MK3	88,0	95,1	95,0
E85	48,5	48,7	48,6
ED95	31,7	24,2	25,4
B100	31,4	34,8	32,9
Fordonsgas	16,4	12,8	12,6
HVO100	8,8	13,3	20,4

### 4.1.3 El för transport

Likt fallet för biodrivmedel är det viktigt att beakta klimatpåverkan från el som energikälla ur ett livscykelperspektiv då elproduktion också ger upphov till utsläpp av växthusgaser. El kan produceras både med hjälp av fossila och icke-fossila resurser, därav varierar klimatprestandan för el beroende på hur den är producerad. Landbaserad vindkraft är exempelvis en typ av förnybar elproduktion och dess emissionsfaktor ligger på cirka 10 kg  $CO_2$ -ekvivalenter per MWh. Motsvarande siffra för el producerad från brunkol är nästan hundra gånger större (Bouman 2020). Hur stor andel förnybar elproduktion ett land eller en region har i sin elmix påverkar således elmixens totala emissionsfaktor. I Energimyndighetens rapport *Drivmedel 2020* beräknades emissionsfaktorn för el som används för transport med hjälp av en nordisk elmix fram till 2017. Även här var beräkningarna utförda ur ett livscykelperspektiv och det resulterade i en emissionsfaktor på cirka 35 g  $CO_2$ -ekvivalenter per MJ. 2017 började dock EU-kommissionen tilldela medlemsländer en nationell användarmix för el där man även tagit full hänsyn till påverkan från import och export av el. Därav började Energimyndigheten istället använda den svenska användarmixen som har en emissionsfaktor på 13 g  $CO_2$ -ekvivalenter per MJ (Energimyndigheten 2021a).

Andelen laddbara fordon i Sverige har ökat markant de senaste åren och det är laddhybrider som utgör majoritet med cirka 65% medan elbilar ligger på drygt 35%. Trots den stora ökningen utgör dessvärre el som drivmedel fortfarande en mycket liten andel av transportsektorns totala energianvändning (Energimyndigheten 2020).

#### 4.1.4 Bränslesnåla fordon

Att spara på ekonomin samt för att minska på klimatpåverkan är två vanliga anledningar till att man väljer så bränslesnåla fordon som möjligt. Detta har bland annat speglats i utvecklingen av bränsleförbrukningen för bensin- och dieslbilar. Den svenska fordonsflottan för vägtrafik har historiskt genomgått en relativt snabb energieffektivisering. Under slutet av 1970-talet låg den genomsnittliga bensin- och dieselförbrukningen runt 1 respektive 0,9 liter per mil. Detta har sjunkit genom åren och 2019 låg genomsnittet på drygt 0,58 respektive 0,52 liter per mil. Energieffektiviseringen har framförallt skett genom att äldre fordon ersatts med nya mer bränslesnåla fordon. Emellertid fortsätter denna minskning av bränsleförbrukning inte längre samtidigt som trenden av att använda allt större bilar har en motverkande effekt av energieffektiviseringen (Naturvårdsverket u.å(b)).

Ett annat alternativ till bensin- och dieslbilar är laddhybrider. Dessa har både en förbränningsmotor och en elmotor vilket gör att el och bensin eller diesel kan användas samtidigt. Hur stor andel bränsle respektive el som används vid körning kan vara svårt att fastställa då detta är kopplat till hur bilen körs, bilens egenskaper samt hur regelbundet man laddar den (Plötz m. fl. 2020). Både bensin- och dieslbilars samt laddhybriders bränsleförbrukning kan testas genom standardiserade tester som exempelvis WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicle Test Procedure) och idag är det vanligt att testresultaten för laddhybrider visar en bränsleförbrukning på 0,1-0,2 liter per mil vilket är mindre än bränsleförbrukningen för konventionella bensin- och dieslbilar. Dessa siffror har dock kritiserats under de senaste åren av både miljögrupper och olika organisationer som menar att de är orimligt låga och att de inte alls speglar den verkliga bränsleförbrukningen för laddhybrider (Stjerna 2022). Plötz m. fl. (2022) har genomfört en studie för att få en bättre förståelse över hur stor bränsleförbrukning laddhybrider i Kina, Europa och Nordamerika har. Detta har gjorts genom att analysera insamlad användningsdata för laddhybrider. I rapporten redogörs bland annat hur potentialen att lokalt reducera växthusgasutsläpp för laddhybrider är starkt kopplat till fordonets utility factor (UF) vilket är den andel av den totala transportsträckan som enbart körs med el. Detta är i sin tur kopplat till hur regelbundet laddhybrider laddas. Plötz m. fl. (2022) kom fram till att laddhybrider generellt inte laddas varje dag vilket leder till en lägre UF jämfört med vad som anges i de standardiserade tester som används för att fastställa bränsleförbrukning och växthusgasutsläpp för hybridbilar. Därmed kan den verkliga bränsleförbrukningen för laddhybrider egentligen vara mycket högre än vad som uppges i testresultaten. Ibland till och med två till fyra gånger högre (Plötz m. fl. 2020). På grund av de stora skillnaderna så har det förekommit diskussioner inom EU om att skärpa kraven för hur man mäter växthusgasutsläpp från laddhybrider. Detta skulle kunna innebära sämre utsläppssiffror för laddhybrider vilket i sin tur skulle påverka antalet renodlade elbilar som biltillverkare måste sälja för att uppnå EUs utsläppsmål (Automotive-News 2022).

Elbilar som inte har en förbränningsmotor kräver inget flytande bränsle och behöver endast laddas med el. Hur mycket el som krävs per mil varierar och faktorer såsom väderförhållanden och storleken på bilen kan spela roll. Idag ligger den genomsnittliga energiförbrukningen för en elbil på cirka 2 kWh per mil (Djerf 2021).

## 4.2 Optimering av färdrutter

Förutom att välja mer bränslesnåla eller klimatsmarta fordon som till exempel kör på biodrivmedel eller el, så är ytterligare en åtgärd för att minska en transports växthusgasutsläpp optimering av färdrutt. Detta innebär generellt att man planerar så att ett fordon eller flera fordon kör den väg där kostnaden kan minimeras. I detta sammanhang kan denna kostnad till exempel vara i form av bränsleförbrukning eller utsläpp av växthusgaser (Karimipour m. fl. 2021). Hur mycket växthusgaser som genereras under en transportsträcka beror på många olika faktorer och inte endast på hur lång färdsträckan är. Exempel på sådana faktorer är typ av fordon, vikt, kvaliteten av väglag och körbeteende hos föraren. (Sena m. fl. 2011; Scora, Boriboonsomsin och Barth 2015; Karimipour m. fl. 2021). Intuitivt kan det uppfattas som att den kortaste eller den snabbaste färdrutten även är den färdrutt med bäst klimatprestanda, men så är inte alltid fallet (Sena m. fl. 2011; Scora, Boriboonsomsin och Barth 2015). I vissa fall kan en färdrutt med längre sträcka vara bättre ur ett klimatperspektiv då väglaget är bättre eller att den inte har lika många branta backar som fordonet behöver ta sig upp för. Ju högre lutning desto mer energi krävs för att genomföra transporten. I likhet med föregående exempel kan en snabbare färdrutt ha sämre klimatprestanda jämfört med en långsammare, då den snabbare färdrutten kan innebära att fordonet behöver köra med en högre hastighet under en längre sträcka (Scora, Boriboonsomsin och Barth 2015). Högre hastigheter kräver generellt mer energi i jämförelse med lägre hastigheter.

Kartor kan användas för att uppskatta hur stor bränsleförbrukning som krävs för en viss transportsträcka. Att använda en karta innebär emellertid att uppskattningen för bränsleförbrukningen endast sker utifrån en parameter, nämligen sträcka. Dock eftersom kartor kan ge en relativt god bild av verkligheten så kan denna uppskattningen ändå få en förhållandevist hög noggrannhet. Däremot blir det mer och mer komplicerat och osäkert ju fler parametrar man tar hänsyn till vid uppskattning av bränsleförbrukningen under en transport (Sena m. fl. 2011). Vidare är inte alla parametrar statiska över tid, vilket bidrar till ytterligare komplexitet i frågan. Till exempel ändras väderförhållandena under årets gång och vägarbeten kan komma att påverka hastighetsbegränsningar och trafikläget i den planerade färdrutten.

## 4.3 Optimering av last

Förutom val av fordon och drivmedel samt sträckan för transporten så spelar även vikten av fordon och last roll för hur stor den slutliga bränsleförbrukningen är. Detta beror på att tröghetskrafter är direkt proportionerliga till ett fordon's massa vid acceleration. Ju större massa desto mer energi krävs för att förflytta fordonet i en viss riktning (IEA 2019). Genom att reducera vikten av ett fordon eller dess last, minskar den dragkraft som krävs för att accelerera fordonet. En studie utförd av Casadei och Broda (2008) visar dock på att bränslebesparing genom en viktreducering kan variera mellan olika typer av fordon samt beroende på om det är stadskörning eller om man kör med konstant hastighet på en större väg. Casadei och Broda (2008) kom fram till att viktreduktion av ett fordon påvisar större fördelar vid körning med fler accelerationer och deaccelerationer jämfört med när ett fordon körs med konstant hastighet på motorväg. Till exempel kan bränsleekonomin för en lastbil förbättras med cirka 0,7% per 100 lb reducerad vikt vid stadskörning (lb står för viktenheten pund där 1 pund motsvarar cirka 0,45 kg). Motsvarande förbättring skulle vara 0,3% per 100 lb reducerad vikt för en lastbil som kör med en konstant hastighet på 45 mph (miles per hour där en mile motsvarar cirka 1,6 km) (Casadei och Broda 2008).

## 4.4 Eco-driving

En förarens körteknik och körbeteende har en viktig roll i hur mycket bränsle som förbrukas i under körning. För att minska på bränsleförbrukningen och därmed även reducera växthusgasutsläppen vid en transport kan eco-driving implementeras som åtgärd.

Eco-driving, även kallat för sparsam körning är en körteknik som implementeras för att minska miljö- och klimatpåverkan från fordonet under körning. Att undvika hastiga accelerationer, inbromsningar och onödiga tomgångskörning är exempel på eco-driving (Boriboonsomsin 2015). Ett annat exempel på eco-driving är att föraren försöker växla upp till den högsta möjliga växeln så snabbt som möjligt, det vill säga undviker att köra för länge i en för låg växel (Ben Dhaou 2011). Ibland används eco-driving som en bredare term och då inkluderas även åtgärder relaterade till underhåll och planering. Bland annat underhåll av lufttryck i fordonets däck och planering för att undvika transport av överflödigt vikt (Ben Dhaou 2011; Boriboonsomsin 2015).

Hur stor bränslereduktion och därmed även utsläppsbesparingar som uppstår vid implementering av eco-driving beror på fordon samt vilka eco-drivingåtgärder som föraren vidtar. Olika studier har kommit fram till olika siffror. Ett exempel är en studie utförd av Huang m.fl. (2018) där författarna analyserat ett antal studier om eco-drivings effekter för åtgärder såsom minskad acceleration och inbromsning samt minskad tomgångskörning. I studien redogörs det hur minskad acceleration och inbromsning kan ge upphov till en reduktion i bränsleförbrukning på cirka 4-40% medan motsvarande siffra för minskad tomgångskörning ligger på 10-20% (Huang m. fl. 2018). En annan studie utförd av Imed Ben Dhaou (2011) visar på att en minskning i bränsleförbrukning på 25% kan uppnås endast genom att växla upp till högsta möjliga växel så fort som möjligt under körning (Ben Dhaou 2011). Meiton och Häglund (2014) uppger något lägre siffror i Trafikverkets rapport om sparsam körning. Där nämner författarna att studier påvisat en bränslebesparing på 4-6% men ibland även upp mot 15% från tillämpning av eco-driving (Meiton och Häglund 2014).

Det finns flera sätt att få fler förare att ta till eco-driving. Bland annat informationskampanjer, policies eller obligatoriska teorimoment för de som vill ta körkort. Exempel på en mer teknisk åtgärd är att utrusta lastbilar med teknik som underlättar eco-driving för föraren. Det har emellertid framkommit att de positiva effekterna från implementering av eco-driving sällan är långvariga. Det beror bland annat på motvillighet bland förare att ändra sitt körbeteende, stora variationer i bränslepriser samt att många förare känner en press till att hitta en balans mellan bränslebesparing och att kunna tillgodose satta produktivitetsmål. Att hitta incitament som styrker, motiverar och underhåller viljan bland förare är således en viktig faktor för att få förare att fortsätta implementera eco-driving i det långa loppet (Boriboonsomsin 2015).

## 4.5 Framtidsutsikter inom den svenska transportsektorn

Under årens gång har många olika sorters styrmedel utvecklats och implementerats för att styra mot en högre användningsgrad av el och biobaserade drivmedel, men även mot en mer hållbar produktion av biodrivmedel. Nedan presenteras ett antal administrativa och ekonomiska styrmedel som på något sätt styr mot en grönare transportsektor.

### 4.5.1 Styrmedel för ökad användning av biodrivmedel

#### Drivmedelslagen

Mycket av svensk lagstiftning bygger på olika EU-direktiv och drivmedelslagen är ett exempel av många. Drivmedelslagen är utvecklat från EUs bränsledirektiv och innebär att leverantörer av drivmedel måste reducera utsläppsintensiteten av växthusgaser med 6% från och med år 2020. Enheten för utsläppsintensiteten är g  $CO_2$ -ekvivalenter/MJ och reduktionen jämförs med EUs baslinje på 94,1 g  $CO_2$ -ekvivalenter/MJ från 2010. För att uppnå en reduktion på 6% kan olika åtgärder vidtas, exempelvis kan drivmedelsleverantörer öka andelen biokomponenter i det drivmedel som levereras (Energimyndigheten 2021a).

Därutöver så specificeras även vilka krav som gäller för att ett visst drivmedel ska få en viss miljöklassning i drivmedelslagen (Energimyndigheten 2019; Transportstyrelsen 2021b). Drivmedelslagen styr inte den exakta sammansättningen för ett drivmedel, däremot styr den över hur hög halt drivmedlet får ha av ett antal ämnen, exempelvis bly och aromatinnehåll. Dessutom styr drivmedelslagen även över vilken kokpunkt och oktanhalt ett drivmedel får ha då dessa faktorer har stor inverkan ur miljösynpunkt samt hur väl drivmedlet fungerar i motorn. Bakgrunden och syftet med miljöklassningen av drivmedel är att minska på den belastning på miljön som förbränning av drivmedel orsakar. I regel gäller att ju lägre miljöklassning bensin och diesel har desto bättre är de ur ett miljöperspektiv. Förutom miljöklassningar för bensin och diesel så finns det även krav för låginblandning av biobränslen i diesel och bensin. Exempelvis får inblandning av etanol i bensin inte överstiga 10% vid låginblandning. Detta krav har gällt sedan 2011. Vid låginblandning av biodiesel (FAME) så ligger gränsen på 7%. Om ett drivmedel inte uppfyller de tekniska kraven i drivmedelslagen så får det inte saluföras i Sverige (Transportstyrelsen 2021b).

#### Hållbarhetslagen

Hållbarhetslagen är likt drivmedelslagen också utvecklat från ett EU-direktiv. I detta fallet är det förnybar-direktivet och hållbarhetslagen innebär att flytande biobränslen och biodrivmedel måste uppfylla ett visst antal hållbarhetskriterier för att få ta del av skattebefrielser (Energimyndigheten 2021a). Hållbarhetskriterier kan generellt förklaras som nationella eller internationella regelverk för att garantera en viss nivå av hållbarhet av det biodrivmedel som produceras. Exempel på områden som hållbarhetskriterier för produktion av biobränslen kan täcka är biologisk mångfald, utsläpp av växthusgaser samt socioekonomiska frågor (Börjesson m. fl. 2016). I lagen om hållbarhetskriterier för biodrivmedel och biobränslen (2010:598) står det till exempel att för att ett biodrivmedel eller biobränsle ska få räknas som hållbart så måste de växthusgasutsläpp som genereras vid användning vara lägre än vid användning av fossila bränslen där kravet på växthusgasreduktion skärps allt eftersom. Ett annat exempel på hållbarhetskriterie i lagen om hållbarhetskriterier för biodrivmedel och biobränslen (2010:598) är att biodrivmedel och biobränslen inte får tillverkas av biomassa från marker som är utsedda som skyddsområden för utrotningshotade ekosystem eller arter. 1 juli 2021 kom en uppdatering av hållbarhetskriterierna. De innebär bland annat att aktörer som hanterar fasta och gasformiga biobränslen nu också omfattas av hållbarhetslagen (Energimyndigheten 2021b).

Det bakomliggande syftet med hållbarhetslagen är att säkerställa hållbarhet genom hela produktionskedjan för de biodrivmedel och biobränslen som finns på marknaden. Vidare så är syftet även att uppnå både nationella och internationella (europeisk nivå) politiska mål (Energimyndigheten 2021b).

## Skattereduktion för rena och höginblandade flytande biodrivmedel

Sverige har sen drygt 20 år tillbaka haft skattereduktion för höginblandade flytande biodrivmedel. Skattereduktionen innebär att FAME, E85, E95 och HVO som alla är flytande rena eller höginblandade biodrivmedel undantas från energi- och koldioxidskatt. Från att Sverige gick med i EU så har detta dock behövt godkännas av EU-kommissionen och man har behövt få ett så kallat statsstödsgodkännande. Det första godkännandet om skattereduktion på koldioxidskatt kom 2003 och från 2008 infördes även en skattereduktion på energiskatt för biodrivmedel (Energimyndigheten 2021d).

Statsstödsgodkännandet för skattebefrielse av höginblandade flytande biodrivmedel som gäller i nuläget är giltigt till och med 31 december 2022 (Finansdepartementet 2022). EU-kommissionen anser att skattebefrielser för flytande biodrivmedel på lång sikt kan hamna i konflikt med reglerna för den inre marknaden inom unionen. Detta är en av anledningarna till att kommissionen endast utfärdar statsstödsgodkännanden för ett år i taget. Vidare menar EU-kommissionen även att skattereduktionen på rena och höginblandade flytande biodrivmedel enbart delvis bidrar till EUs gemensamma miljömål. EU-kommissionen har ett flertal regelverk däribland olika riktlinjer för statsstöd till energi- och miljöskydd samt energiskattdirektivet. Dessa regelverk har varit under revidering (Finansdepartementet 2021) och i december 2021 presenterade EU-kommissionen en uppdatering av dessa regelverk. I ett pressmeddelande från Finansdepartementet 14 februari 2022 står det att regeringen anser att ändringarna i EU-kommissionens statsstödsriktlinjer bör stärka Sveriges möjligheter att ha kvar en skattereduktion på flytande biodrivmedel. Därmed avser de att inom kort skicka in en ny ansökan om fortsatt godkännande. Denna ansökan avser en förlängning av statsstödsgodkännandet för skattereduktion för höginblandade flytande biodrivmedel i 10 år framåt (Finansdepartementet 2022). Tidigare under 2020 har Sverige fått ett 10-årigt statsstödsgodkännande för skattebefrielse av biogasol och icke livsmedelbaserad biogas som används för motordrift eller uppvärmning (Finansdepartementet 2020).

Under 2021 åtog sig Sverige att utföra en utvärdering av skattereduktion för rena och höginblandade biodrivmedel i syfte att undersöka styrmedlets effekter. Detta uppdrag hamnade på Energimyndigheten som presenterat resultatet i slutrapporten *Utvärdering av skattereduktion för rena och höginblandade flytande biodrivmedel*. Energimyndigheten kom fram till att det är svårt att avgöra vilka direkta och indirekta effekter som styrmedlet har haft. Detta menar Energimyndigheten bland annat vara på grund av att det saknas en hel del statistik både från Sverige men även andra länder vilket gör det svårt att analysera effekterna. Trender i samhället och andra styrmedel relaterade till drivmedel och biodrivmedel kan även ha spelat en roll i utvecklingen. Därmed nämner Energimyndigheten vikten av att redan tidigt i planeringen för att införa ett nytt styrmedel även inkludera en plan för hur styrmedlet ska utvärderas. Slutsatsen som Energimyndigheten dragit från utvärderingen är att skattereduktionen har haft en påverkan på att uppmuntra användningen av rena och höginblandade biodrivmedel men att detta har skett i samband med andra styrmedel (Energimyndigheten 2021d).

Biodrivmedel är generellt dyrare än sina fossila motsvarigheter och en full beskattning av dessa skulle ha en stor påverkan på produktpriset (SPBI 2019). Om Sverige inte skulle få en förlängning av statsstödsgodkännandet av skattereduktion på höginblandade flytande biodrivmedel har regeringen i proaktivt syfte remitterat ett förslag om att inkludera dessa i reduktionsplikten. Detta är för att höginblandade flytande biodrivmedel inte skall vara utan stöd den 1 januari 2023 (Finansdepartementet 2022).

## Lagen om reduktionsplikt

Lagen om reduktionsplikt är ytterligare ett exempel på ett styrmedel vars syfte är att öka användningen av biodrivmedel. Detta styrmedel är nationellt och infördes 1 juli 2018. Reduktionsplikten innebär att alla drivmedelsleverantörer i Sverige ska minska på växthusgasutsläpp från bensen och diesel genom att blanda in biodrivmedel (Energimyndigheten 2020). Utsläppen för reduktionsplikten är beräknade ur ett livscykel-perspektiv för respektive drivmedel och reduktionen är procentuell. Kraven för procentsatsen höjs successivt varje år. (Energimyndigheten 2021a). Exempelvis låg procentsatsen för reduktion för bensen och diesel på 2,6 % respektive 19,3 % år 2018, medan motsvarande procentsats låg på 4,2 % respektive 21 % år 2021. Energimyndigheten har fått i uppdrag att föreslå reduktionsnivåer från 2021 till 2030 (Energimyndigheten 2020) vilket innebär att reduktionsplikten fungerar som ett mer långsiktigt styrmedel jämfört med andra styrmedel såsom ovannämnda skattereduktioner (Energimyndigheten 2021c). Efter införandet av reduktionsplikten så har det även förekommit diskussioner och utredningar om en gemensam reduktionsnivå för bensen och diesel och som tidigare nämnt så har det även utretts ifall det är lämpligt att även inkludera höginblandade biodrivmedel i reduktionsplikten (Energimyndigheten 2020).

Vid kontroll av att man uppfyller kraven på reduktion så krävs det att man gör en jämförelse med en 100% fossil motsvarighet av drivmedlet. Vid misslyckande av att uppfylla kraven så finns det olika möjligheter för drivmedelsleverantören att hantera detta. Reduktionsplikten tillåter överlåtelse av reduktion i flera led vilket innebär att drivmedelsleverantören kan förvärva utsläppsreduktion från ett annat bolag. Den 1 augusti 2021 infördes även en ny regel för reduktionsplikten som innebär att flexibel överlåtelse av reduktion mellan bensen och diesel också är tillåtet så länge 6 % av reduktionen för bensen är uppfyllt. Lagen om reduktionsplikt tillåter även att man använder överskott av utsläppsreduktion från tidigare år för att uppnå det aktuella årets krav. Om överlåtelse eller användning av överskott av utsläppsreduktion inte är möjligt och årets krav inte är uppfyllt så behöver man betala en avgift. Denna avgift är baserad på det antal kg  $CO_2$ -ekvivalenter som överstiger ens reduktionsplikt (Energimyndigheten 2021c).

Man hoppas på att reduktionsplikten ska bidra till att Sverige uppnår målet om att reducera växthusgasutsläppen från transportsektorn med 70 % från 2010s nivå till 2030 (Energimyndigheten 2020).

## Krav om miljöinformation för drivmedel

För att öka kunskapsspridning kring olika drivmedels miljö- och klimatpåverkan, infördes den 1 oktober 2021 krav om att presentera miljöinformation om drivmedel. Detta kan exempelvis vara att tankstationer tillgodoser miljöinformation till kunderna vid pumpstationerna. Genom ökad miljökunskap bland konsumenterna hoppas man kunna skapa fler möjligheter för aktiva val bland konsumenterna, där de mer miljö- och klimatvänliga drivmedel väljs (Energimyndigheten 2021a).

### 4.5.2 Bonus-Malus

I syfte att öka andelen miljöanpassade fordon samt för att arbeta mot målet om en fossilfri fordonsflotta i Sverige så finns Bonus-Malus-systemet. Detta system innebär att man kan erhålla ett ekonomiskt stöd (bonus) om man köper ett fordon med låg miljöpåverkan av typen personbil klass I- eller II samt lätt lastbil- eller buss. Detta gäller för alla nya fordon som är påställda i trafik från 1 juli 2018. För bensen- och dieseldrivna motsvarigheter av tidigare nämnda fordonstyper får istället en förhöjd fordonskatt (malus) under dess tre första år. Tillsammans med andra mer generellt verkande styrmedel såsom drivmedelsskatter så hoppas man att Bonus-Malus-systemet ska bidra till ett minskat oljeberoende inom transportsektorn och därmed även en mindre klimatpåverkan (Transportstyrelsen 2021a).

### 4.5.3 Styrmedel för ökad användning av elfordon och utbyggnad av laddinfrastruktur

Förutom styrmedel för ökad användning av biodrivmedel och fordon med lägre växthusgasutsläpp så finns det även olika ekonomiska styrmedel för att uppmuntra till ökad användning av eldrivna fordon. Bland annat finns det en klimatpremie som innebär att man kan ansöka om ekonomiskt stöd för köp av eldrivna arbetsmaskiner, elbussar eller ellastbilar. 2020 ersatte denna klimatpremie den tidigare elbusspremien som endast omfattade elbussar, i syfte att främja införandet av fler eldrivna fordon på marknaden (Energimyndigheten 2020).

Vidare innefattades även ett förslag i regeringens budgetproposition om att göra en satsning på utbyggnad av laddinfrastruktur för att täcka upp de områden i Sverige som för tillfället saknar laddinfrastruktur. Satsningen har en budget på 50 miljoner kronor och är planerad för tre år (Energimyndigheten 2020). Lokala och regionala investeringar i laddinfrastruktur kan också ansöka om ekonomiska medel via Klimatklivet vilket är ett stöd för investeringar som på något sätt bidrar till minskade växthusgasutsläpp (Naturvårdsverket u.å(h)). För att få ansöka om stöd för utbyggnad av laddinfrastruktur via Klimatklivet så krävs det att investeringen avser publika laddstationer eller likströmsladdning (DC-laddning) för tunga fordon inom ens egna verksamhet (Naturvårdsverket u.å(d)).

## 4.6 Tillgänglighet av biodrivmedel i Sverige

Biodrivmedel har använts i Sverige sedan början av 2000-talet. Produktionen och användningen har sen dess ökat (Energimyndigheten 2020). Detta syns bland annat i andelen biokomponenter (komponent i drivmedel som härstammar från biomassa) i de drivmedel som används i Sverige då detta har ökat från 6,2 % (2011) till 23,3 % (2020) (Energimyndigheten 2021a). HVO är bland de biodrivmedel som används mest i Sverige och 2018 levererades cirka 13,8 TWh varav cirka en tredjedel var ren HVO (HVO100) och två tredjedelar var låginblandat (Energimyndigheten 2020). Globalt producerades cirka 5,6 miljoner kubikmeter HVO 2018, varav 3 miljoner produceras inom EU. Sveriges användning som då låg på 1,2 miljoner kubikmeter motsvarade alltså cirka 20 % av den globala produktionen (SPBI 2019). Som tidigare nämnt kan HVO produceras av många olika typer av råvaror. Bland den HVO som levererades till Sverige 2020 så är största delen producerad från slakteriavfall (72 %). HVO producerad från råttolja utgjorde cirka 12 % medan HVO producerad från palmolja och rapsolja utgjorde en lägre andel på 6 %. För ett antal år sedan var det vanligt att använda HVO producerad från PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) (Energimyndigheten 2021a) vilket är en biprodukt som bildas vid tillverkning av palmolja (Energimyndigheten 2020). Forskning har visat på att det finns en korrelation mellan PFAD och utsläpp av växthusgaser orsakat av indirekt avskogning. En annan negativ konsekvens av avskogningen är att det leder till minskad biologisk mångfald (Naturskyddsföreningen 2021). Användningen av HVO producerad från PFAD har emellertid minskat under 2019 och minskningen fortsatte även under 2020 (Energimyndigheten 2021a).

Beträffande tillgängligheten av HVO100 och andra rena biodrivmedel såsom ren FAME (B100) på tankstationer så har utvecklingen där också visat en ökning. 2004 fanns det inga tankstationer som erbjöd pumpar för HVO100 eller B100. Däremot fanns det ett fåtal som erbjöd fordonsgas och E85. Detta ändrades 2006 när stationsnätet i Sverige började få sina första B100 pumpar och 2016 började tankstationer även erbjuda pumpar med HVO100. Samtidigt som antalet tankstationer runt om i Sverige började ha pumpar för HVO100 och B100 så ökade även tillgängligheten att tanka med fordonsgas och E85. Trots att pumpar med B100 infördes innan HVO100 så har utvecklingen för de två bränsletyperna sett olika ut. Antalet tankstationer som erbjuder HVO100 har ökat mycket snabbare under de senaste åren medan antalet tankstationer som erbjuder B100 istället har minskat. 2019 fanns det över 100 tankstationer med pump för HVO100 runt om i Sverige (SPBI 2019).



## 5 Scenarier för alternativa transportmetoder

Som tidigare kapitel tagit upp så är det endast klimatåtgärd ett, det vill säga *val av fordon och drivmedel* som har en tydlig koppling till LCA och därav har tre olika scenarier (scenario I-III) samt ett grundscenario utvecklats. Detta har skett i samverkan med Markus Mangsten <sup>7</sup> som även har försett nödvändig bakgrundsinformation om vilka fordon som används för uppdragen, hur långa uppdragens transportsträckor är, hur många transporter som krävs och om veckopendlning är nödvändigt eller inte.

Vidare, som nämnts i kapitel 2 så är det idag främst tunga lastbilar och personbilar som används för att transportera borrhigg och personal till och från utredningsområdet samt eventuell logi. Innan Norconsults klimatåtgärder implementerades, använde Norconsult en tung lastbil för samtliga transporter under en geologisk fältundersökning. Efter att klimatåtgärderna implementerats började transporterna istället ske med hjälp av tung lastbil körd av speditör för att transportera borrhiggen samt personbilar för att transportera personal. Norconsult använde sig av dieseldrivna personbilar fram till 2022 då de istället började använda plug-in hybridbilar och elbilar. För att klimatberäkningarna ska spegla övergången från hur Norconsults transporter gick till innan införandet av klimatåtgärder till efter införandet av klimatåtgärder så har olika kombinationer av lastbilar och personbilar valts ut för studiens scenarier. För att utföra de geologiska undersökningarna krävs som tidigare nämnts även en borrhigg och Norconsult har precis köpt in två nya borrhigg från Geomek, nämligen Geoelectric MTG2500 som väger 2,9 ton och Geoelectric MTG5000 som väger 5,9 ton. Geoelectric MTG5000 väger alltså mer och har dessutom en högre årlig bränsleförbrukning. Båda borrhiggarna har dieselmotorer men är även kompatibla med HVO100. I denna studie antas att samtliga uppdrag för samtliga scenarier inklusive grundscenariot utförs med hjälp av Geoelectric MTG5000 vilket anses vara lämpligt då det är i linje med ISO-standardens princip om att hellre överskatta miljöpåverkan än att underskatta den. I tabell 2 och 3 har samtliga fordon och borrhigg som är inkluderade i denna studies scenarier sammanfattats. Vilka fordon som ingår i respektive scenario förklaras i mer detalj i nedanstående delkapitel.

Tabell 2: Lastbilar inkluderade i denna studies scenarier, vilken årsmodell de är från samt hur stor bränsleförbrukning respektive lastbil har.

Lastbil	Årsmodell	Bränsleförbrukning
SCANIA P280DB4X2	2008	38 L/100 km
Volvo FH16	2018	28 L/100 km

Tabell 3: Personbilar samt borrhigg inkluderade i denna studies scenarier, karosstyp, biltyp (dvs vilken drivlina bilen har) och årsmodell samt hur stor bränsle- och energiförbrukning respektive bil har.

Bil/borrhigg	Kaross	Biltyp	Årsmodell	Bränsle- och energiförbrukning
Volkswagen Passat Alltrack 2.0	Kombi	Diesel	2019	6,7 L/100 km
Volvo XC60 T6 (2:a generationen)	SUV	Plug-in-hybrid (el/bensin)	2022	6 L/100 km <sup>8</sup> + 16,5 kWh/100 km
KIA EV6	SUV	El	2022	20,6 kWh/100 km
Geoelectric MTG5000	-	-	2021	0,34 L/h

<sup>7</sup>Markus Mangsten, VD Norconsult fältgeoteknik AB

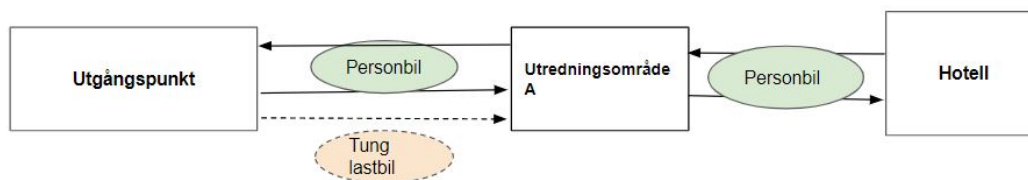
<sup>8</sup>6 L/100 km är korrigerat värde. Bakomliggande orsak till korrigering redogörs i Appendix B

För samtliga scenarier så har klimatpåverkan undersökts utifrån tre olika uppdragstyper som Norconsult utför. Nämligen *lokala uppdrag*, *regionala uppdrag* och *långväga uppdrag*. Bakgrunden till att undersöka dessa tre uppdragstyper för samtliga scenarier är att spegla variationen av uppdrag som Norconsult utför. Dessa uppdragstyper är avståndsbaserade och avstånden har fastställts utifrån en genomsnittlig sträcka mellan Norconsults olika kontor runt om i landet och de utredningsområden som de utfört undersökningar på. Norconsult försöker planera sina uppdrag så att de medarbetare som befinner sig närmst geografiskt tar sig an det bestämda uppdraget. Dock har en förenkling gjorts genom att anta att alla transporter utgår från samma utgångspunkt, det vill säga även de som sker med personbilar. Norconsults medarbetare utgår egentligen från sina privata bostäder med personbilarna men denna förenkling har gjorts för att göra samtliga uppdragstyper jämförbara med varandra.

För samtliga uppdragstyper så har den totala transportsträckan som ett fordon kör under ett uppdrag beräknats genom att summera antalet gånger en transport sker mellan två punkter enkel väg, multiplicerat med avståndet mellan dessa två punkter. Exempelvis när ett fordon kör mellan utgångspunkten och utredningsområdet så räknas det som *en* transport (se figur 4 och 5). Hur uppdragstyperna skiljer sig åt mellan grundscenariot och scenarierna för de alternativa transportmetoderna samt hur långa avstånden är förklaras mer utförligt nedan.



Figur 4: Schematisk bild över vilka transporter som tung lastbil gör i grundscenariot.



Figur 5: Schematisk bild över vilka transporter som tung lastbil respektive personbil gör i scenarierna för alternativa transportmetoder.

## Lokala uppdrag

Transportavståndet mellan utgångspunkten och utredningsområdet för lokala uppdrag mellan 1 km och 100 km. Detta avstånd medför att lokala uppdrag inte kräver någon veckopendling och övernattning. Personalen kan alltså pendla till och från uppdragsområdet dagligen. Det kan ta mellan 1 och 5 dagar för att slutföra ett lokalt uppdrag. I denna studien har det antagits att ett lokalt uppdrag pågår under 5 arbetsdagar samt att transportavståndet mellan utredningsområdet och utgångspunkten är 100 km (enkel väg).

För Grundscenariot där inga klimatåtgärder implementerats så innebär det att lastbilen kör samtliga transporter under de 5 arbetsdagarna. Som ovan nämnt, så gäller daglig pendling mellan utgångspunkten och utredningsområdet (ingen övernattning på hotell) vilket betyder att 5 arbetsdagar kräver 10 transporter som i sin tur ger en transportsträcka på totalt 1000 km (se figur 4). I scenarierna för de alternativa transportmetoderna så sker 1 transport mellan utgångspunkten och utredningsområdet med hjälp av inhyrd lastbil (100 km) samt 10 transporter under de 5 arbetsdagarna med hjälp av personbil (1000 km). Lastbilen som körs av speditör fortsätter därefter med sina andra transportuppdrag som de har utöver att transportera Norconsults borrhigar. Därav behöver den inte köras tillbaka till utgångspunkten och 1 transport mellan

utgångspunkt och utredningsområde räcker. Den genomsnittliga drifttiden av borrhigen är 6 timmar per arbetsdag. För lokala uppdrag blir därmed den totala drifttiden av borrhigen 30 timmar, oavsett scenario.

## Regionala uppdrag

Regionala uppdrag ligger på ett längre avstånd (100-250 km). Denna typ av uppdrag tar vanligen 5 till 10 arbetsdagar och kräver därmed att personalen övernattar och veckopendlar. För regionala uppdrag har det antagits att de pågår under 10 arbetsdagar samt att transportavståndet mellan utgångspunkten och utredningsområdet är 250 km (enkel väg). Transportavståndet mellan hotell och utredningsområdet är antaget vara 5 km (enkel väg) (se figur 4 och figur 5).

För grundscenariot där endast en lastbil används för samtliga transporter så innebär ett regionalt uppdrag alltså 4 transporter med lastbil mellan utgångspunkten och utredningsområdet ( $250 \text{ km} * 4$ ) samt 16 transporter mellan hotell och utredningsområde ( $5 \text{ km} * 16$ ). Det totala avståndet lastbilen behöver köra under ett regionalt uppdrag blir således 1080 km. Motsvarande avstånd är 0 km för personbilen då som tidigare nämnt inga transporter med hjälp av personbil sker i grundscenariot.

I scenario I-III så sker transporter både med hjälp av lastbil och personbil. Under de 10 arbetsdagarna så sker 1 transport (250 km) med lastbil mellan utgångspunkten och utredningsområdet för att transportera borrhigen (se figur 5). Som förklarar tidigare så utför lastbilen som körs av speditör även för andra transportuppdrag utöver de som Norconsult beställt. Därmed behöver den inhyrda lastbilen inte köras tillbaka till utgångspunkten och kan istället köras vidare till sitt nästkommande uppdrag. Antalet transporter med personbil mellan utgångspunkten och utredningsområdet är 4 ( $250 \text{ km} * 4$ ) och antalet transporter med personbil mellan hotellet och utredningsområdet är 16 ( $5 \text{ km} * 16$ ). Totalt kör lastbilen alltså 250 km och personbilen 1080 km under ett regionalt uppdrag.

Den genomsnittliga drifttiden av borrhigen är 6 timmar per arbetsdag. Totala drifttiden blir därmed 60 timmar för regionala uppdrag, oavsett scenario.

## Långväga uppdrag

Långväga uppdrag innebär att utredningsområdet befinner sig på ett ännu längre avstånd (250-750 km) från utgångspunkten. De pågår även under en längre tid jämfört med de regionala uppdragen och därmed behövs även i detta fall veckopendling då det kan ta mellan 10 och 30 dagar för att slutföra uppdraget. För långväga uppdrag har det antagits att de pågår under 30 arbetsdagar samt att transportavstånden mellan utgångspunkten och utredningsområdet är 750 km (enkel väg). Transportavståndet mellan hotellet och utredningsområdet är antaget vara 5 km (enkel väg) (se figur 4 och figur 5).

För långväga uppdrag i grundscenariot där samtliga transporter sker med hjälp av lastbil så krävs totalt 4 transporter med lastbil mellan utgångspunkten och utredningsområdet ( $750 \text{ km} * 4$ ). Därutöver krävs det även 48 transporter med lastbil mellan hotell och utredningsområdet ( $5 \text{ km} * 48$ ). Det totala avståndet lastbilen behöver köra under ett långväga uppdrag blir således 9240 km. Motsvarande avstånd är 0 km för personbilen då som tidigare nämnt inga transporter med hjälp av personbil sker i grundscenariot.

För scenario I-III så sker transporter både med lastbil och personbil. Under 30 arbetsdagar så krävs därmed 1 transport med lastbil mellan utgångspunkten och utredningsområdet (750 km) för att transportera borrhigen. Vidare krävs även 4 transporter med personbil mellan utgångspunkten och utredningsområdet ( $750 \text{ km} * 4$ ) samt 48 transporter med personbil mellan hotell och utredningsområdet ( $5 \text{ km} * 48$ ). Totalt kör lastbilen alltså 750 km och personbilen 9240 km under ett långväga uppdrag.

Den genomsnittliga drifttiden av borrhigen är 6 timmar per arbetsdag. För långväga uppdrag blir därmed den totala drifttiden 180 timmar, oavsett scenario.

Se tabell 4 och tabell 5 för en sammanfattning över totalt antal km som respektive fordon kör samt hur många timmar som borryggen är i drift för respektive scenario och uppdragstyp. I Appendix C återfinns en överblick med fler detaljer kring antalet transporter och transportavstånd för de olika scenarierna och uppdragstypen.

Tabell 4: Den totala transportsträckan är för lastbilen respektive personbilen i grundscenariot för de olika uppdragstyperna samt den totala drifttiden för borryggen för de olika uppdragstyperna.

Uppdragstyper - grundscenario	Totalt körda km med lastbil (km)	Totalt körda km med personbil (km)	Drifttid - borrygg (h)
Lokala	1000	0	30
Regionala	1080	0	60
Långväga	9240	0	180

Tabell 5: Den totala transportsträckan är för lastbilen respektive personbilen i scenario I-III för de olika uppdragstyperna samt den totala drifttiden för borryggen för de olika uppdragstyperna.

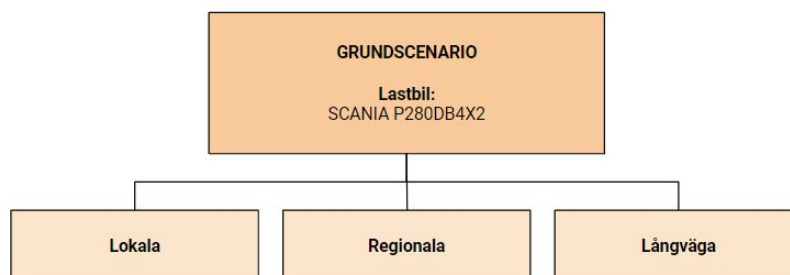
Uppdragstyper - scenario I-III	Totalt körda km med lastbil (km)	Totalt körda km med personbil (km)	Drifttid - borrygg (h)
Lokala	100	1000	30
Regionala	250	1080	60
Långväga	750	9240	180

Varje uppdragstyp för scenario I-III undersöks även för hur klimatpåverkan för hela uppdraget varierar med avseende på vilket slags drivmedel som används för de olika fordonen och borryggen.

Detta har utförts genom att dela upp scenario I-III till delscenarier A, B, C (och D). Vilka fordon som används i grundscenariot och scenario I-III samt vilka bränslen som gäller för fordonen i delscenarierna A, B, C (och D) redogörs i mer detalj i följande delkapitel samt i tabellerna 6, 7 och 8.

## 5.1 Grundscenario - Tung lastbil

Syftet med grundscenariot är att det ska motsvara ett business as usual scenario, det vill säga inga förändringar eller klimatåtgärder har vidtagits. I detta scenario sker alla transporter för både borrygg och personal, oavsett uppdragstyp med hjälp av en tung lastbil av äldre årsmodell. Lastbilen har en förbränningsmotor och drivs av diesel. Bakgrunden till valet av en äldre årsmodell för lastbilen är att de lastbilar som Norconsult använde innan införandet av klimatåtgärderna var av äldre årsmodeller. Detta beror på den höga kostnaden som tillkommer från att upprätthålla en modern uppsättning av fordon. De lastbilar som Norconsult tidigare använt var från MAN och SCANIA, specifikt *MAN TGX 26.360 6X2-2* (årsmodell 2011) samt *SCANIA P280DB4X2* (årsmodell 2008) (Transportstyrelsen u.å). På grund av bristande information och LCA-data för lastbilen av märket MAN har det antagits att lastbilen av märket SCANIA används för samtliga transporter i grundscenariot. SCANIA P280DB4X2 är av Euroklass 5 och väger 19 ton. Figur 6 ger en överblick över vilket fordon som används för transportererna i grundscenariot samt vilka uppdragstyper som klimatpåverkan från grundscenariot undersöks utifrån. Då grundscenariot är tänkt motsvara ett business as usual scenario, det vill säga inga förändringar har gjorts med avseende drivmedel så undersöks klimatpåverkan från transportererna endast utifrån en bränsletyp, nämligen diesel. Emissionsvärdena som använts för att undersöka klimatpåverkan från transportererna är för diesel från år 2020. Dessa värden är hämtade från Energimyndighetens rapport *Drivmedel 2020* (Energimyndigheten 2021a). Därmed har grundscenariot inga delscenarier där drivmedel för lastbilen varierar.



Figur 6: Fordon som ingår i grundscenariot samt vilka uppdragstyper som undersökts för grundscenariot.

## 5.2 Scenario I - Tung lastbil - dieselbil

Scenario I utgörs av en kombination av två fordon, nämligen tung lastbil och en dieseldriven personbil. I detta fallet sker transport av borrhigg med hjälp av tung lastbil genom en speditör, medan personal från Norconsult transporteras med hjälp av personbil. Transporten som genomförs med hjälp av tung lastbil sker endast enkel väg från utgångspunkten till utredningsområdet eftersom Norconsult planerar sina transporter så att borrhiggen transporteras från ett utredningsområde direkt till ett annat (se figur 2). Med andra ord så sker ingen retur för förvaring av borrhigg innan nästkommande uppdrag. Därmed antas att transporten av borrhiggen som sker från utredningsområdet till nästa utredningsområde tillhöra det kommande uppdraget.

Som tidigare nämnts använder sig Norconsult av externa transportörer för att transportera borrhiggen som används under den geotekniska undersökningen. I nuläget använder Norconsult en speditör som kör med två typer av lastbilar. Den ena är av märket MAN och den andra är av märket Volvo (modell FH16). Båda lastbilarna har Euroklass 6 och räknas som tunga lastbilar. I denna studie antas dock att alla transporter i scenario I-III som utförs med hjälp av tung lastbil sker med hjälp av lastbilen av modellen Volvo FH16. Anledningen till detta är för att information och data om fordonets klimatpåverkan för lastbilen av märket MAN inte finns tillgängligt. För att transportera personalen i scenario I används en personbil av märket Volkswagen, modell Passat Alltrack 2.0 (årsmodell 2019).

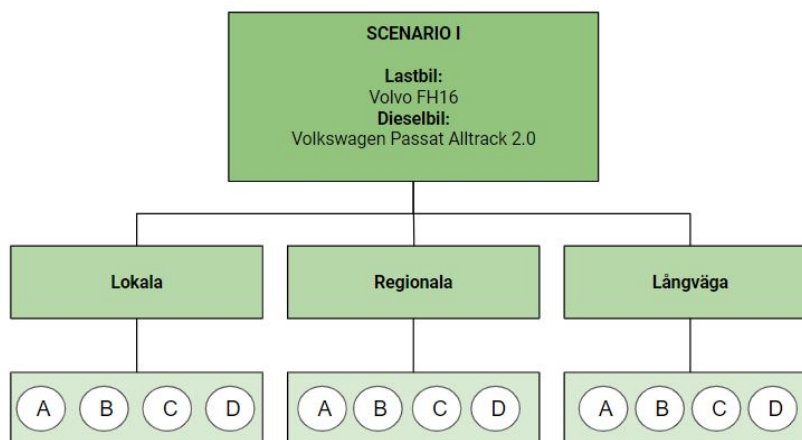
För delscenarierna undersöks klimatpåverkan från valt drivmedel genom att systematiskt byta ut diesel till biodiesel (HVO100) för lastbil, personbil och borrhiggen (se tabell 6). I delscenario A drivs exempelvis båda fordonen och borrhiggen enbart av diesel, medan i delscenario B så drivs borrhiggen istället av HVO100 medan fordonen fortsätter att köra på diesel. I delscenario C drivs både borrhiggen och lastbilen av HVO100 medan personbilen fortfarande körs på diesel. Till sist i delscenario D så drivs samtliga fordon och borrhiggen av HVO100. Detta är för att undersöka inverkan på klimatpåverkan som valet av drivmedel har.

Emissionsvärdena för diesel och HVO100 som använts för att bestämma klimatpåverkan från transporterna i delscenarierna är från år 2020. Värdena är hämtade från Energimyndighetens rapport *Drivmedel 2020* (Energimyndigheten 2021a).

Tabell 6: Fordon och vilken borrhigg som ingår i scenario I samt vilka drivmedel de drivs av i de olika delscenarierna (A, B, C och D).

Scenario I	A	B	C	D
Lastbil: Volvo FH16	Diesel	Diesel	HVO100	HVO100
Personbil: Volkswagen passat	Diesel	Diesel	Diesel	HVO100
Borrhigg: Geoelectric MTG5000	Diesel	HVO100	HVO100	HVO100

Figur 7 ger en överblick över vilka fordon som används för transporter i scenario I samt vilka uppdragstyper och delscenarier som klimatpåverkan från scenario I undersöks utifrån.



Figur 7: Fordon som används för transporter i scenario I samt vilka uppdragstyper och delscenarier som klimatpåverkan från scenario I undersöks utifrån.

### 5.3 Scenario II - Tung lastbil - plug-in hybrid

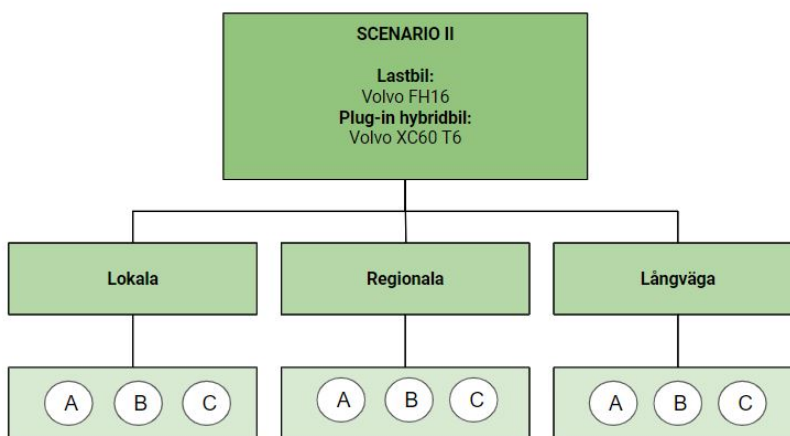
Scenario II består också av en kombination av tung lastbil samt en personbil. I detta fallet är personbilen dock en plug-in hybrid av märket Volvo, modell XC60 T6 som drivs av el och bensen. För detta scenario antas att svensk elmix används för laddning av bilbatteriet då Norconsult utför uppdragen inom Sverige. Vidare som för scenario I antas det att det endast sker en transport enkel väg med hjälp av tung lastbil av märket Volvo, modell FH16 (årsmodell 2018) för att transportera borrhiggen från utgångspunkten till utredningsområdet. En hybridbil kan tekniskt sett köras med endast el dock vore detta inte rimligt eller lämpligt för detta scenario. Laddningsmöjlighet finns inte alltid tillgängligt på vägen till utredningsområdet och som tidigare nämnt finns det risk att utredningsområdena för uppdragen ligger på avlägsna platser med ännu mer begränsade laddningsmöjligheter. Tilläggas kan också nämnas att laddning av batteriet kräver tid och att det inte alltid går att avsätta tid för detta. Därmed antas det i detta scenario att plug-in hybriderna körs med både bensen och el, det vill säga blandad körning för samtliga delscenarier (se tabell 7). Värdet för bränsleförbrukningen för blandad körning är hämtad från Volvo XC60 T6s WLTP-värde. Bensinförbrukningen ligger på 2 L/100km och energiförbrukningen (el) ligger på 16,5 kWh/100 km. För att bränsleförbrukningen för laddhybriden ska vara så verklighetstrogen som möjligt har dock en korrigering gjorts med en faktor 3. Med andra ord, värdet på bränsleförbrukningen som använts i klimatberäkningarna för scenario II är 6 L/100 km. Bakgrunden till denna korrigering redogörs i Appendix B. För lastbilen och borrhiggen varierar drivmedlet från diesel till HVO100 liksom i scenario I.

Emissionsvärdena för diesel, bensin, el och HVO100 som använts för att bestämma klimatpåverkan från transporterna i delscenarierna är från år 2020. Värdena är hämtade från Energimyndighetens rapport *Drivmedel 2020* (Energimyndigheten 2021a).

Tabell 7: Fordon och vilken borrhigg som ingår i scenario II samt vilka drivmedel de drivs av i de olika delscenarierna (A, B och C).

<b>Scenario II</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Lastbil: Volvo FH16	Diesel	Diesel	HVO100
Personbil: Volvo XC60 T6	Bensin & el	Bensin & el	Bensin & el
Borrhigg: Geoelectric MTG5000	Diesel	HVO100	HVO100

Figur 8 ger en överblick över vilka fordon som används för transporterna i scenario II samt vilka uppdragstyper och delscenarier som klimatpåverkan från scenario II undersöks utifrån.



Figur 8: Fordon som används för transporterna i scenario II samt vilka uppdragstyper och delscenarier som klimatpåverkan från scenario II undersöks utifrån.

## 5.4 Scenario III - Tung lastbil - elbil

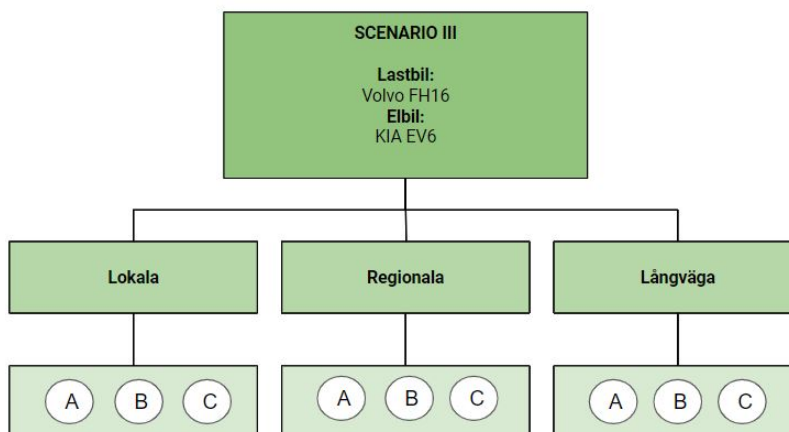
För scenario III antas en kombination av tung lastbil och elbil. Likt scenario I och II antas den tunga lastbilen vara av modellen Volvo FH16 som endast kör en gång mellan utgångspunkten och utredningsområdet för att lämna borrhigen. Elbilen är av märket KIA, modell EV6 vilket är en elbil. Även i detta scenariet antas att svensk elmix används för laddning av elbilen. På samma sätt som i scenario II varierar drivmedlet för lastbilen och borrhigen från diesel till HVO100 (se tabell 8).

Emissionsvärdena för diesel, el och HVO100 som använts för att bestämma klimatpåverkan från transporterna i delscenarierna är från år 2020. Värdena är hämtade från Energimyndighetens rapport *Drivmedel 2020* (Energimyndigheten 2021a).

Tabell 8: Fordon och vilken borrhigg som ingår i scenario III samt vilka drivmedel de drivs av i de olika delscenarierna (A, B och C).

<b>Scenario III</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Lastbil: Volvo FH16	Diesel	Diesel	HVO100
Personbil: KIA EV6	El	El	El
Borrhigg: Geoelectric MTG5000	Diesel	HVO100	HVO100

Figur 9 ger en överblick över vilka fordon som används för transporterna i scenario III samt vilka uppdragstyper och delscenarier som klimatpåverkan från scenario III undersöks utifrån.



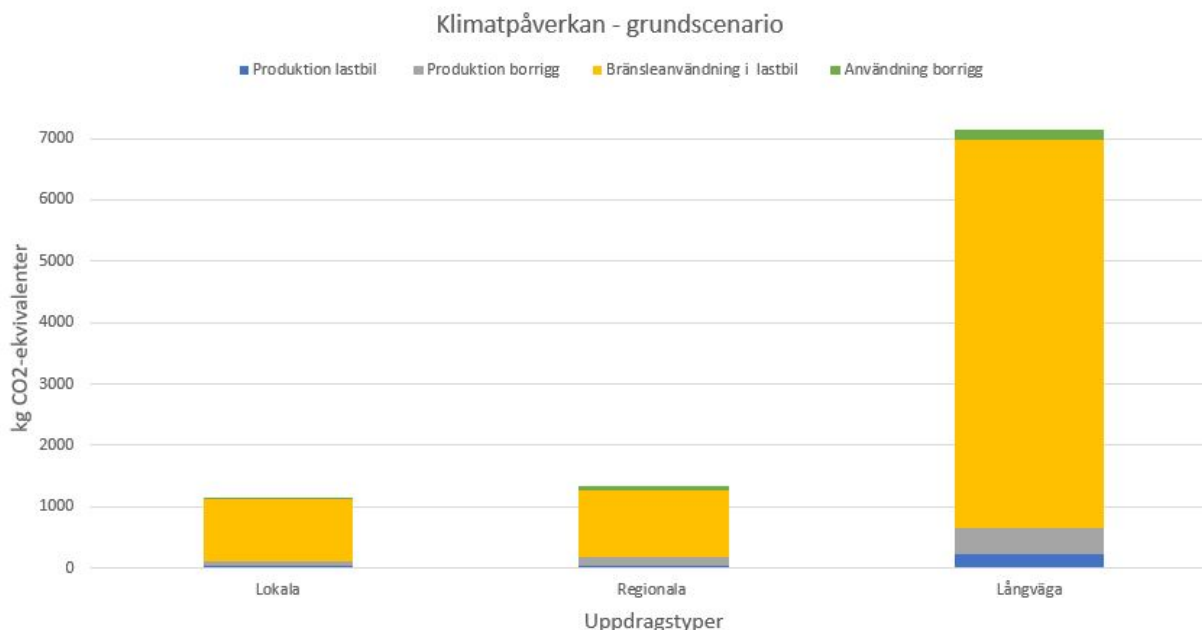
Figur 9: Fordon som används för transporterna i scenario III samt vilka uppdragstyper och delscenarier som klimatpåverkan från scenario III undersöks utifrån.



## 6 Resultat

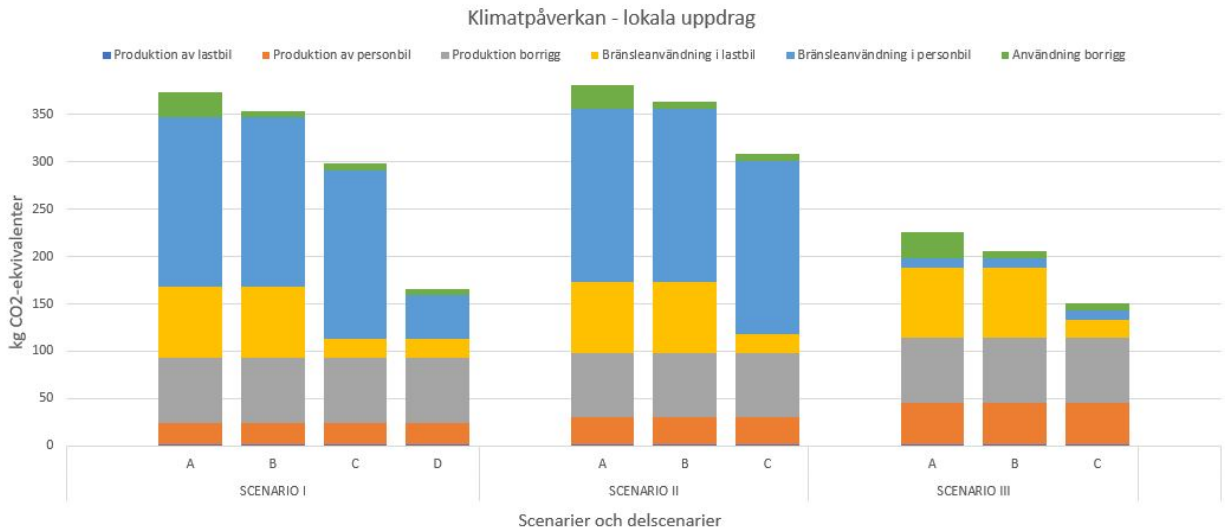
Resultatet från livscykelinventeringen och klimatberäkningarna presenteras i figur 10, 11, 12, 13 och 14. För mer detaljerade värden på växthusgasutsläpp för de olika delmomenten i respektive uppdrag, det vill säga produktion av lastbil, personbil och borrhigg etc. se Appendix B.

I figur 10 redovisas hur stor klimatpåverkan ett uppdrag har i kg  $CO_2$ -ekvivalenter för respektive uppdragstyp (lokal, regional och långväga) enligt grundscenariot. Hur mycket av den totala klimatpåverkan för varje uppdragstyp som kommer från produktion av lastbil, produktion av borrhigg, bränsleanvändning i lastbil samt användning av borrhigg redovisas också i figuren.

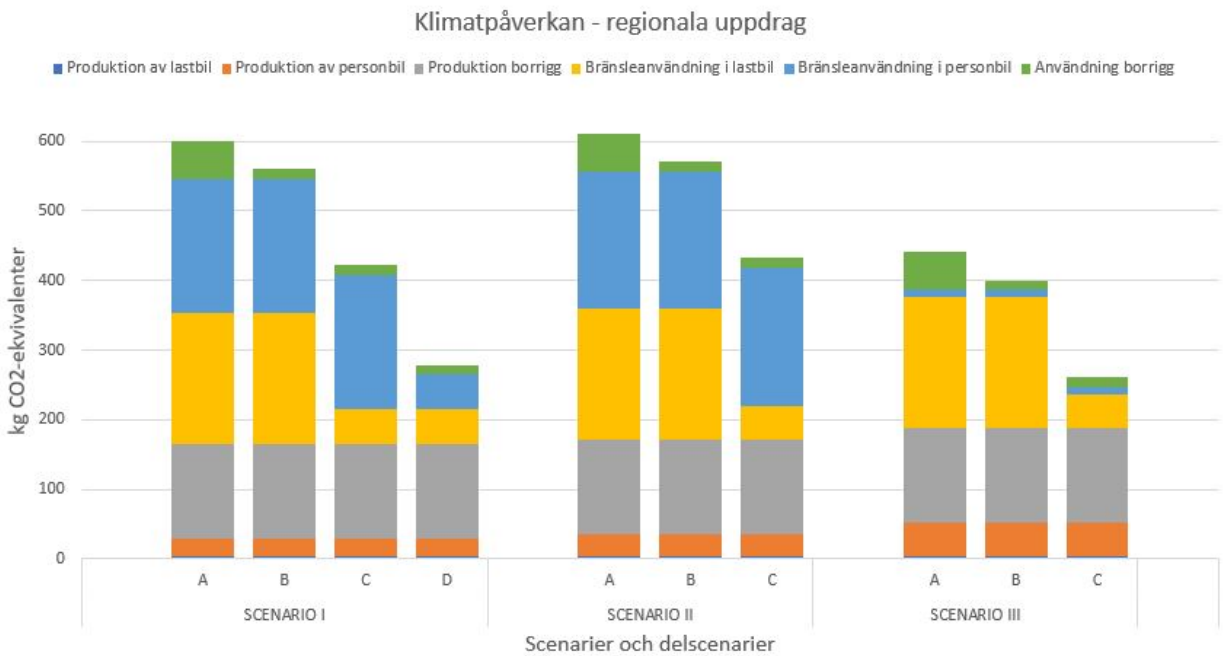


Figur 10: Total klimatpåverkan i kg  $CO_2$ -ekvivalenter för de olika uppdragstyperna som Norconsult utför enligt grundscenariot samt hur mycket av den totala klimatpåverkan som kommer från uppdragets olika delmoment.

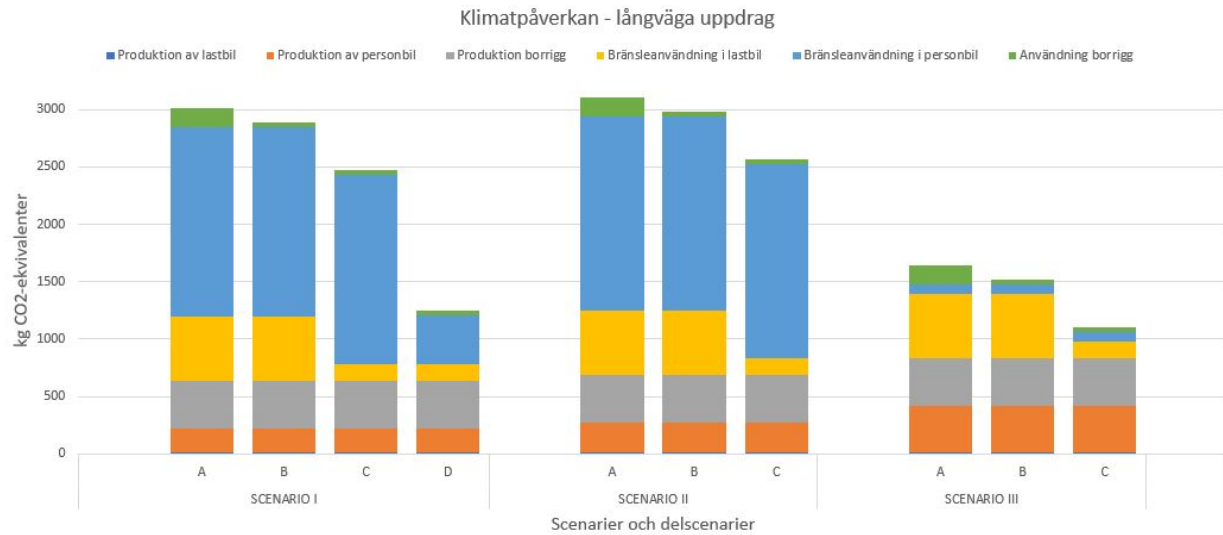
I figur 11, 12 och 13 redovisas klimatpåverkan i kg  $CO_2$ -ekvivalenter för varje scenario och delscenario som de lokala, regionala och långväga uppdragen ger upphov till enligt scenario I, II och III. Hur mycket av den totala klimatpåverkan för varje uppdragstyp som kommer från produktion av lastbil, produktion av personbil, produktion av borrhigg, bränsleanvändning i lastbil respektive personbil samt användning av borrhigg redovisas också i figurerna.



Figur 11: Total klimatpåverkan per utfört lokalt uppdrag för samtliga delscenarier i scenario I-III i kg  $CO_2$ -ekvivalenter samt hur mycket av den totala klimatpåverkan som kommer från respektive delmoment som innefattas i Norconsults uppdrag.

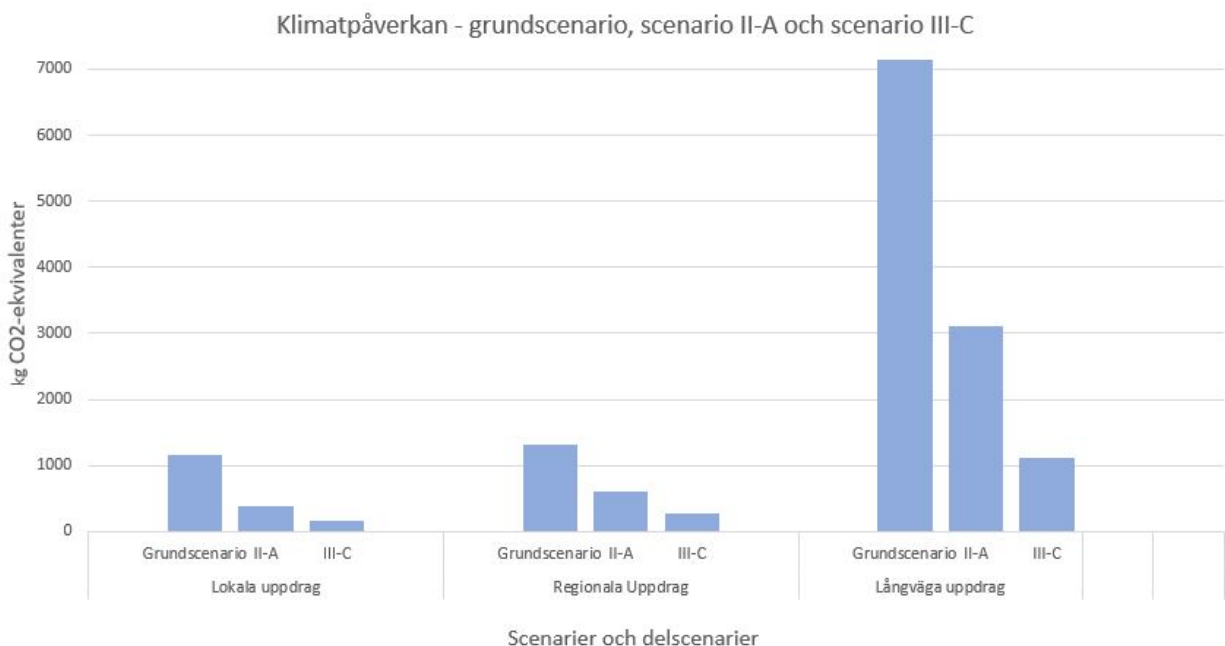


Figur 12: Total klimatpåverkan per utfört regionalt uppdrag för samtliga delscenarier i scenario I-III i kg  $CO_2$ -ekvivalenter samt hur mycket av den totala klimatpåverkan som kommer från respektive delmoment som innefattas i Norconsults uppdrag.



Figur 13: Total klimatpåverkan per utfört långväga uppdrag för samtliga delscenarier i scenario I-III i kg  $CO_2$ -ekvivalenter samt hur mycket av den totala klimatpåverkan som kommer från respektive delmoment som innefattas i Norconsults uppdrag.

I figur 14 redovisas en jämförelse av klimatpåverkan från grundscenariot, delscenario II-A respektive delscenariot III-C för samtliga uppdragstyper. Delscenariot II-A och delscenariot III-C har den största respektive minsta klimatpåverkan bland samtliga delscenarier. Figur 14 visar således spridningen i klimatpåverkan från grundscenariot och de delscenarier med högst respektive lägst klimatpåverkan.



Figur 14: Total klimatpåverkan i kg  $CO_2$ -ekvivalenter per utfört uppdrag (lokalt, regionalt respektive långväga) för grundscenariot, delscenariot II-A samt delscenariot III-C.

## 7 Analys och diskussion

I följande kapitel presenteras först generella reflektioner av studiens resultat och därefter utvärderas vilka hotspots som finns i de olika scenarierna och uppdragstyperna. Hur stor effekt på klimatpåverkan som optimering av lastvikt och eco-driving har diskuteras därefter kvalitativt. Sedan granskas vilka klimatåtgärder som har störst inverkan på de geologiska uppdragens klimatpåverkan. Slutligen analyseras vilka möjligheter, hinder och framtidsutsikter som finns för alternativa transportmetoder för geotekniska undersökningar.

### 7.1 Generella reflektioner av resultaten från klimatberäkningarna

Målet med att införa klimatåtgärder som exempelvis byte av fordon och att optimera färdrutter så att de tunga lastbilarna kör en kortare sträcka under ett uppdrag, är att reducera klimatpåverkan. Resultatet från klimatberäkningarna visar på att dessa klimatåtgärder har en önskad effekt då växthusgasutsläppen från samtliga scenarier och uppdragstyper för de alternativa transportmetoderna är mindre i jämförelse med grundscenariot (se figur 10, 11, 12, 13 och 14). Hur stor denna reduktion är varierar mellan de olika uppdragstyperna och delscenarierna.

Delscenario III-C det vill säga där HVO100 används som bränsle för den tunga lastbilen och borrygen och personalen transporteras med en elbil, visar störst utsläppsreduktion bland samtliga delscenarier och uppdragstyper. Uppdragen som utförs enligt delscenario III-C ger upphov till 5-7 gånger mindre växthusgasutsläpp jämfört med grundscenariot. Delscenario II-A där tung lastbil samt borrygen drivs av fossil diesel och personbilen drivs av el och bensen, har minst utsläppsreduktion bland samtliga delscenarier och uppdragstyper. Figur 14 visar emellertid att växthusgasutsläppen för uppdrag som utförs enligt delscenario II-A ändå är 2-3 gånger mindre i jämförelse med de för grundscenariot. Detta tyder på att skiftet från att utföra samtliga transporter med hjälp av tung lastbil, till att endast transportera borrygen med tung lastbil (en gång) och istället låta medarbetare köra personbilar har en betydande effekt på den totala klimatpåverkan från de geologiska uppdragen.

Om man endast utgår från vilken bränsleförbrukning en bil har enligt dess WLTP-resultat så bör delscenarierna med dieselbil ha högre växthusgasutsläpp i jämförelse med delscenarierna med plug-in hybrid. Detta eftersom plug-in hybriden har en lägre bränsleförbrukning än dieselbilen då den även drivs med el. Emellertid visar resultaten att växthusgasutsläppen för delscenario I-A (dieselbil) och II-A (plug-in hybrid) för samtliga uppdragstyper, inte skiljer sig åt särskilt mycket. Klimatpåverkan för delscenario II-A är till och med något högre än klimatpåverkan för delscenario I-A. Att det inte är så stor skillnad i klimatpåverkan mellan delscenario I-A och II-A är dock rimligt då bränsleförbrukningen för plug-in hybriden korrigerades för att uppnå en bränsleförbrukning som reflekterar verkligheten bättre. Som tidigare nämnt har bränsleförbrukningen för laddhybrider under den senaste tiden fått mycket kritik då studier visat att standardiserade tester som WLTP anger ett värde som är alldeles för lågt för att ge en verklighetstrogen bild. Det har även varit diskussioner inom EU angående att ändra regulationerna för hur standardiserade tester ska fastställa bränsleförbrukningen för just plug-in hybrider. Enligt plug-in hybridens WLTP-resultat så är bränsleförbrukningen 2 L/100 km men efter korrigeringen enligt information från litteraturstudien hamnade bränsleförbrukningen på 6 L/100 km vilket är nästan lika högt som bränsleförbrukningen för dieselbilen som ligger på 6,7 L/100 km. Att klimatpåverkan för delscenario II-A (plug-in hybrid) är högre än för delscenario I-A (dieselbil) var dock inte väntat eftersom trots korrigeringen av laddhybridens bränsleförbrukning så drar dieselbilen ändå något mer per 100 km. Detta skulle dock kunna härledas till att dieselbilen och plug-in hybriden kör på olika sorters flytande bränsle, nämligen diesel och bensen. Trots att båda är fossila drivmedel så har de olika emissionsfaktorer (se Appendix C), där emissionsfaktorn för bensen är lite högre än den för diesel. Vidare är det viktigt att nämna att laddhybriden även går på el vilket också har en viss klimatpåverkan som spelar roll även om den är märkvärdt mindre än den för diesel och bensen.

Fortsättningsvis kan det konstateras att klimatpåverkan minskar i delscenarierna (från A till C/D) för scenario I och II samt att delscenario I-D har en mycket lägre klimatpåverkan i jämförelse med delscenario II-C. Det som skiljer dessa två delscenarier ifrån varandra är vilken eller vilka drivlinor som används i personbilarna samt vilka bränslen som används. I delscenario I-D så används en dieselbil som kör på HVO100 medan i delscenario II-C så används en plug-in hybrid som kör på bensin och el (blandad körning enligt WLTP). Resterande faktorer såsom produktion av lastbil, produktion av borrhigg, bränsleanvändning i lastbil etc. är detsamma. Detta innebär att vid valet mellan en dieselbil som kan köra på HVO100 och en plug-in hybrid som kör på bensin och el så vore det första alternativet bättre ur klimatsynpunkt.

Från litteraturstudien så framgår det att en laddhybrids bränsleförbrukning och därmed även växthusgasutsläpp är korrelerat till dess utility factor (UF), det vill säga andelen av den totala transportsträckan som körs med enbart el. Detta är i sin tur kopplat till hur ofta och regelbundet man laddar bilen. För att uppnå en större utsläppsreduktion vid användning av en plug-in hybrid så bör man alltså ladda sin hybridbil så ofta som möjligt, annars är risken stor att dess klimatpåverkan inte blir mycket mindre än den för en dieselbil.

När det kommer till klimatpåverkan från delmomenten *produktion av lastbil* och *produktion av personbil* så utgör de inte den största andelen av den totala klimatpåverkan från Norconsults uppdrag. Vidare kan det konstateras att klimatpåverkan från produktion av dieselbil och plug-in hybrid inte skiljer sig mycket åt. Dock är klimatpåverkan för att producera elbilen större vilket bör vara korrelerat till produktionen av bilens elbatteri som är mycket större jämfört med ett elbatteri i en plug-in hybrid.

## 7.2 Hot-spots

Vilket eller vilka delmoment som genererar mest växthusgasutsläpp (hot-spots) per utfört uppdrag varierar bland delscenarierna. I överlag kan dock tre delmoment med större klimatpåverkan än resterande identifieras bland resultaten. Nämligen *bränsleanvändning i lastbil*, *bränsleanvändning i personbil* och *produktion av borrhigg*. För lokala och långväga uppdrag så utgör bränsleanvändning i personbil den största hot-spot för delscenario I-A, I-B I-C och samtliga delscenarier i scenario II. Bränsleanvändning i lastbil och produktion av borrhigg kommer därefter. För regionala uppdrag så utgör bränsleanvändning i lastbil och personbil hot-spots för delscenarier I-A, I-B och I-C samt samtliga delscenarier i scenario II. För scenario III så är uppdragets hot-spots för samtliga uppdragstyper bränsleanvändning i lastbil och produktion av borrhigg.

Att de olika delscenarierna har olika hot-spots är emellertid rimligt med tanke på att valet av drivmedel som används i varje delscenario varierar. Vilket drivmedel som används är i sin tur kopplat till användningsfasen av fordon, det vill säga bränsleanvändning i lastbil respektive personbil. Därmed framgår det från resultaten att val av drivmedel har en viktig roll när det kommer till att uppnå så stor utsläppsreduktion som möjligt. Vilka drivmedel som bidrar till störst utsläppsreduktion har diskuterats kort ovan och det kommer att undersökas vidare nedan. Att tillverkning av borrhigg utgör en större andel av den totala klimatpåverkan för delscenarierna i scenario III kan verka oväntat då produktion av lastbil och personbil utgör så små andelar av den totala klimatpåverkan för scenario I och II. Dock bör det tas i åtanke att LCI-datan som användes för att bestämma klimatpåverkan från tillverkning av borrhigg är framtagen med Mike-Berners Lees metod vilket skiljer sig från en renodlad LCA (vad Mike-Berners Lees metod innebär redogörs mer detaljerat i Appendix B). Detta innebär en viss osäkerhet och det påverkar även jämförbarheten av resultaten.

### 7.3 Optimering av lastvikt

Som tidigare förklarat i kapitel 2 *Beskrivning av Norconsults fältundersökningar* så har Norconsult testat att genomföra transporter med personbil och släp för att transportera en bormast istället för en borrhög. Bormasten är mindre än en borrhög och är dessutom kompatibel med konventionella grävmaskiner som kan hyras lokalt vid utredningsområdet. Eftersom klimatberäkningar för ett eget scenario för denna typ av transportmetod innebär stora osäkerheter så har det istället analyserats och diskuterats kvalitativt.

Detta innebär en del olika saker för den totala klimatpåverkan från ett utfört geotekniskt uppdrag. För det första så innebär denna transportmetod att man eliminerar alla transporter som sker med tung lastbil. Detta är då möjligt eftersom bormasten väger mindre och transport med tung lastbil inte längre är nödvändigt. Att minska på lastvikten leder således till möjligheten att *inte köra med tung lastbil*. Detta har i sin tur en stor påverkan på den totala mängden växthusgasutsläpp per utfört uppdrag. Som nämnt i föregående kapitel så står själva transporten med tung lastbil under ett uppdrag för en betydande andel av den totala klimatpåverkan. Genom att undvika detta delmoment (transport med tung lastbil) i ett uppdrag så bör stora utsläppsbesparingar vara möjliga. Detta samband framgår tydligt i figur 10, 11, 12 och 13 där man kan se hur en kortare transportsträcka för tung lastbil bidrar till stora utsläppsreduktioner.

I kapitlet ovan så diskuterades även hur valet av bränsle är en viktig faktor för att få ner växthusgasutsläppen. Eftersom klimatåtgärden *optimering av lastvikt* innebär transport med personbil och släp istället för tung lastbil eller tung lastbil och personbil, så är det istället personbilen och dess bränsleförbrukning som ligger i fokus. I de andra scenarierna så är det endast Norconsults medarbetare som utgör lastvikten för transporterna som sker med personbil. I detta fallet så ska vikten av släpet och bormasten också tas i åtanke. Som det framgick i litteraturstudien så är den mängd energi som krävs för att förflytta ett fordon direkt proportionerligt till dess massa. Det vill säga, ju tyngre fordonet och dess last är desto högre blir bränsleförbrukningen. Emellertid bör den totala klimatpåverkan för ett uppdrag där en bormast som transporteras med hjälp av personbil och släp inte komma i närheten av samma storleksordning som klimatpåverkan för ett uppdrag utfört enligt grundscenariot, det vill säga endast med tung lastbil. Speciellt inte om personbilen drivs av HVO100 eller el. En personbil har en mycket lägre bränsleförbrukning per mil jämfört med en tung lastbil och det är högst orimligt att en personbil kommer upp i samma bränsleförbrukning som en tung lastbil på grund av en tyngre last. Förutom att det skulle kräva en oerhört tung last så har personbilar också tekniska begränsningar på hur högt bränsleförbrukningen kan stiga. Dessutom finns det även tekniska begränsningar för lastkapaciteten av en personbil. Det är fysiskt omöjligt att lasta en personbil lika tungt som en lastbil.

Om man istället gör en jämförelse av klimatpåverkan från att utföra transporterna med personbil och släp med hur transporterna utförs i scenario I-III så är det emellertid svårare att veta vilket utfall som kommer få högre eller lägre klimatpåverkan. Klimatpåverkan från bränsleanvändning i lastbil försvinner helt medan klimatpåverkan från bränsleanvändning i personbil ökar. Hur stor denna ökning blir är svårt att avgöra och det varierar även beroende på vilket delscenario man jämför med. I vissa delscenarier såsom I-A så utgör klimatpåverkan från bränsleanvändning i lastbil den största andelen av den totala klimatpåverkan. Där är det inte särskilt troligt att den ökade lastvikten på grund av släp och bormast leder till en så pass stor ökning i bränsleförbrukning i personbilen att den totala klimatpåverkan blir lika stor som för scenario I-A. I andra delscenarier som I-D så står klimatpåverkan från bränsleanvändning i lastbil å andra sidan för en mindre andel av den totala klimatpåverkan vilket gör det ännu svårare att avgöra ifall transport med personbil och släp kommer leda till en lägre total klimatpåverkan eller lika stor klimatpåverkan som det ursprungliga delscenariet.

För det andra, vid transport av bormast med personbil och släp så krävs som tidigare nämnt dessutom användning av en grävmaskin. Således behöver man även ta hänsyn till klimatpåverkan från produktionen av grävmaskinen, klimatpåverkan från den lokala transporten av grävmaskinen till utredningsområdet samt användningen av grävmaskinen. Hur många  $CO_2$ -ekvivalenter dessa delmoment adderar till den totala klimatpåverkan kan också ha en betydande roll. Speciellt om det visar sig att klimatpåverkan från produktionen av grävmaskinen är i liknande storleksordning som för borrhigen vilket är en hot-spot för vissa delscenarier. För att denna transportmetod ska kunna genomföras så förutsätter det även att grävmaskiner finns tillgängliga att hyra lokalt. Som det diskuterats ovan så har valet av drivmedel en stor inverkan på ett uppdrags totala klimatpåverkan och HVO100 visade sig vara ett av de bättre alternativen. En nackdel med att hyra lokala grävmaskiner är dock att det inte alltid finns en garanti på att de kan köra på HVO100. Norconsults egna borrhigar ger å andra sidan denna garanti då de är kompatibla med HVO100. Problematiken kring detta kan dock försvinna i framtiden med tanke på utvecklingen som sker inom de styrmedel som gäller i den svenska transportsektorn och på drivmedelsmarknaden. Mycket talar för att tillgängligheten av biodrivmedel och laddstationer för el såväl som eldrivna arbetsmaskiner ökar.

## 7.4 Eco-driving

I jämförelse med studiens andra klimatåtgärder såsom *optimering av färdrutt, val av fordon* och *val av drivmedel* så kan bränslesparingen som uppnås genom eco-driving visa en mycket större variation. Hur effektivt eco-driving är beror som sagt på föraren själv, vilka eco-drivingåtgärder som föraren väljer att använda samt hur ofta de används och om de används på rätt sätt. Detta belyses även av de siffror på bränslesparing som kan uppnås av eco-driving i litteraturstudien. Bland de högsta värdena som påträffades i litteraturstudien var bränslereduktionen tack vare vidtagna eco-drivingåtgärder runt 40 %. Bland de källor som visade lägre siffror så låg bränslereduktionen endast på 4-6 %. Sedan bör man ha i åtanke att ett potentiellt utfall även kan vara att föraren inte implementerar eco-driving över huvudtaget. Då blir således bränslesparingen 0 % vilket kan vara mycket rimligt då eco-driving är en aktiv handling som föraren själv behöver komma ihåg att göra, om det inte är så att föraren fått in det som en vana. Detta är emellertid en av de svårigheter som togs upp i litteraturstudien. Att upprätthålla motivationen och få förare att använda eco-driving långsiktigt är lättare sagt än gjort. Det finns många faktorer som kan göra att åtgärderna inte upprätthålls och slutligen rinner ut i sanden. Som förklarar i litteraturstudien så kan dessa faktorer vara motvilja bland förare eller att många förare finner det svårt att hitta en balans mellan att uppfylla produktivitetsmål samtidigt som man ska köra sparsamt. Detta pekar mycket på att intern utbildning om eco-drivings fördelar och betydelse kan vara hjälpsamt för företag som Norconsult. Till detta så skulle även ett tillägg i Norconsults policy om att eco-driving ska användas under alla tjänsteresor med bil kunna vara till hjälp. På så sätt finns det något att hänvisa till och det kan även användas när till exempel nya medarbetare ska läras upp.

Om en jämförelse görs mellan hur stor bränslereduktion som *optimering av färdrutt, val av fordon* samt *val av drivmedel* uppnår tillsammans och vad *eco-driving* uppnår själv så leder de förstnämnda till en större minskning i bränsleförbrukning och växthusgasutsläpp. I grundscenariot så har Norconsults lastbil som är av en äldre årsmodell, en bränsleförbrukning på 38 liter per 100 km. Genom att byta till speditör som använder sig av en mer modern och bränslesnål lastbil så minskar bränsleförbrukningen till 28 liter per 100 km. Det är 10 liter i skillnad, vilket motsvarar en bränslereduktion på cirka 26 %. Därefter bör det även tas i åtanke att den totala sträckan som den tunga lastbilen behöver köra i scenarierna för de alternativa transportmetoderna, det vill säga scenario I-III, är mycket kortare än vad den behöver köra i grundscenariot. Detta eftersom man i scenario I-III endast transporterar borrhigen en gång med lastbil och resterande resor som Norconsults medarbetare behöver göra sker med personbil. Som tidigare nämnt har personbilar en mycket lägre bränsleförbrukning än lastbilar. Bland de personbilar som är inkluderade i scenario I och II så ligger bränsleförbrukningen på 6 och 6,7 liter per 100 km. Detta är 4,1-4,5 gånger mindre än lastbilarnas bränsleförbrukning. Det är tekniskt omöjligt för en förare att uppnå en bränslereduktion i samma storleksordning som detta endast med hjälp av eco-driving, då alla bilar har en teknisk lägsta gräns på hur lågt dess bränsleförbrukning kan sjunka. Slutligen så kan det tilläggas att klimatåtgärden *val*

av drivmedel det vill säga byte av drivmedel från fossil diesel till HVO100 eller el också uppnår avsevärda utsläppsreduktioner. Att byta från fossil diesel till HVO100 eller el garanterar en utsläppsreduktion på en viss konstant nivå. Eco-driving innebär å andra sidan större osäkerheter i hur stor utsläppsreduktion som kan uppnås. Som nämnt ovan så är det förarens körbeteende som är avgörande för vilka resultat i bränslebesparing som uppnås och ens körbeteende kan vara väldigt varierande. Under vissa förhållanden så kanske eco-driving till och med inte kan tillämpas på grund av exempelvis hårda väderförhållanden eller andra oförutsägbara händelser såsom bilköer.

Trots att eco-driving innebär större osäkerheter i hur stora bränsle- och utsläppsbesparingar som kan uppnås jämfört med att exempelvis köra kortare sträckor eller byta fordon så bör det emellertid inte bortses som användbar klimatåtgärd. Eco-driving är trots allt en relativt enkel klimatåtgärd att införa och många eco-drivingåtgärder som exempelvis att undvika tomgångskörning är i grunden egentligen sunt förnuft. Det kostar dessutom inte något till skillnad från om man skulle vilja byta från ett fordon till ett annat som är mer bränslesnålt. Eco-driving kan således ses som ett komplement till de andra klimatåtgärderna för att få ner utsläppsnivåerna ytterligare. Det är dock viktigt att eco-driving används kontinuerligt för att man ska få ut så mycket nytta av det som möjligt i det långa loppet.

## 7.5 Klimatåtgärder med störst inverkan

Som tidigare nämnts i kapitel 7.1 så har klimatåtgärderna lett till önskade resultat, det vill säga reduktion i den totala mängden växthusgasutsläpp från transporter tillhörande uppdragen. De största skillnaderna mellan grundscenariot och scenario I-III är vilka fordon som används samt hur lång sträcka som den tunga lastbilen kör. I grundscenariot så kör lastbilen en mycket längre sträcka jämfört med vad den gör i scenario I-III. Detta gäller för samtliga uppdragstyper. Att lastbilen kan köra en kortare sträcka i scenario I-III är tack vare att man valt att även köra med personbilar för att transportera personal. Som tidigare konstaterat så har lastbilar en mycket högre bränsleförbrukning än personbilar och följderna blir således en mindre bränsleförbrukning per utfört uppdrag och därmed även en minskad mängd växthusgasutsläpp. Det som skiljer scenario I-III är vilken typ av personbil som används. Där visar resultaten att om man väljer att köra en bil som kan gå på HVO100 eller el så uppnår man störst reduktion i växthusgasutsläpp från ett utfört uppdrag. Följaktligen kan det konstateras att valet av fordon som används samt hur långt man väljer att köra med fordonen har en betydande roll för den slutgiltiga klimatpåverkan från Norconsults geotekniska uppdrag.

Att identifiera vilken klimatåtgärd som har störst inverkan och därmed bidragit till störst utsläppsreduktion är emellertid svårt. Detta eftersom den stora minskningen i växthusgasutsläpp från Norconsults uppdrag egentligen uppstår på grund av synergieffekter från de olika klimatåtgärderna. Klimatåtgärden *optimering av färdtrutt* det vill säga att lastbilen kör en kortare sträcka i scenario I-III kan inte implementeras om inte klimatåtgärden *val av fordon* sker först. Det vill säga, man gör valet av att även köra med personbilar för att kunna reducera lastbilens transportsträcka. Likartat så kan klimatåtgärden *val av drivmedel* inte utföras om inte *val av fordon* implementeras först. Norconsult behöver aktivt välja att köra fordon med motorer som är kompatibla med biodrivmedel eller el för att ens kunna välja att köra på HVO100 och el som är bättre ur klimatsynpunkt. För att uppnå så stora utsläppsminskningar som möjligt så är det därav väsentligt att implementera de olika klimatåtgärderna tillsammans.



## 7.6 Möjligheter, hinder och framtidsutsikter

Möjligheterna för Norconsult att fortsätta med sina mer miljöanpassade transportrutiner ser goda ut. Speciellt med tanke på att de redan har etablerat ett samarbete med speditörer för att transportera företagets borrar samt utvecklat ett system där medarbetare kan köra personbilar till och från utredningsplatsen. Dessutom har de valt att leasa en plug-in hybrid och en elbil vilket möjliggör transporter som helt eller delvis sker på el, samt köpt in nya borrar som är kompatibla med HVO100. Med hjälp av denna studies resultat så kan Norconsult förhoppningsvis även orientera sig i vilka delmoment av de geologiska uppdragen som har störst förbättringspotential. Därutöver så existerar många styrmedel både på EU och nationell nivå som styr mot ökad användning av både biodrivmedel och el inom transportsektorn. Detta är till en fördel för Norconsult då resultaten av denna studie visar att bytet från fossil diesel till HVO100 resulterar i stora utsläppsreduktioner för de geologiska uppdragen.

Emellertid finns det osäkerheter bland vissa av de styrmedel som gäller idag vilket kan innebära framtida hinder för en ökad användning av HVO100 bland Norconsults transporter. Bakgrunden till dessa osäkerheter är ovissheten i fall Sverige kommer att få fortsatt statsstödsgodkännande för skattebefrielse av höginblandade flytande biodrivmedel. Om EU-kommissionen väljer att inte förlänga Sveriges statsstödsgodkännande så kan det innebära en stor prisökning för HVO100. Detta kan i sin tur resultera i ökad motvilja bland drivmedelskonsumenter till att välja HVO100 framför fossila drivmedel då miljövinsten av att använda biodrivmedel inte alltid utgör ett tillräckligt stort incitament. Som nämnts tidigare i litteraturstudien så har regeringen redan diskuterat möjligheten att inkludera höginblandade och rena biodrivmedel i reduktionsplikten just för att undvika att sådana biodrivmedel ska bli utan stöd om det vore så att Sverige inte får ett förlängt statsstödsgodkännande. Detta kan ses som ett gott tecken ur klimatsynpunkt då reduktionsplikten faktiskt är ett långsiktigt styrmedel för ökad användning av biodrivmedel i Sverige. Dock är det fortfarande oklart hur det ska i praktiken då regeringen hittills endast remitterat förslaget.

När det kommer till framtida förändringar som kan göras i de klimatåtgärder som redan är införda för Norconsults transporter så är det ett antal punkter som bör tas i åtanke. Bland annat så kan tillgängligheten och prisutvecklingen för HVO100 och andra biodrivmedel ha en betydande roll i vilka drivmedel som speditörer väljer att köra med. Utöver detta så spelar även tillgängligheten av fordon med motorer godkända för HVO100 roll. Trots att fordon med konventionella dieselmotorer kan köra på HVO100 utan några justeringar i motorn, så krävs det idag fortfarande ett godkännande från fordons- och motorstillverkaren innan fordonet får köra med HVO100. Ju fler fordon som godkänns för HVO100 och ju större tillgängligheten är för att tanka HVO100 desto lättare blir det för dem som vill övergå till ett mer hållbart drivmedel. I figur 10, 11, 12 och 13 så syns det att ett byte till HVO100 både för lastbilen och personbilen ger näst störst utsläppsreduktion för samtliga delscenarier och uppdragstyper. Därav bör Norconsult i kommande framtid, exempelvis kommande leasing period satsa på personbilar som är godkända för drift med HVO100. Det finns även vissa andra fördelar med HVO100 jämfört med plug-in hybrid och elbilar. Som nämnt tidigare så krävs regelbunden laddning av plug-in hybrider för att största möjliga klimatnytta ska uppnås. Annars finns det stor risk att klimatpåverkan från transporter med plug-in hybrider till och med blir sämre än för de transporter som sker med konventionella dieslbilar. Med en bil som kan gå på HVO100 så slipper man pressen av att behöva planera in tid för att ladda bilen samt även hitta laddstationer. Resultaten från klimatberäkningar visar att användning av elbilar i kombination med tung lastbil som kör på HVO100 resulterar i störst utsläppsminskning. Elbilar har likt plug-in hybrider också nackdelen att deras användningsmöjligheter begränsas av en begränsad laddinfrastruktur. Detta reducerar i sin tur antalet uppdrag som Norconsult kan utföra med elbil. Som Richard Carlsson <sup>9</sup> förklarar så händer det att Norconsult utför uppdrag på mycket avlägsna platser med begränsade möjligheter till att ladda elfordon. Användningen av elbilar vore därav mest lämpligt för de uppdrag som befinner sig i områden med en välutvecklad laddinfrastruktur.

---

<sup>9</sup>Richard Carlsson, uppdragsansvarig Norconsult fältgeoteknik AB, kontakt via videosamtal och mejl 28 januari 2022

Dock kan priset för HVO100 ändå vara avgörande för om en övergång till HVO100 är möjligt. Speciellt för de speditörer som Norconsult samarbetar med då utgifterna för bränsle med stor sannolikhet redan utgör en stor andel av speditörernas totala utgifter. Även om det finns en stor klimatvinst i att byta från fossil diesel till HVO100 så kan som sagt en stor prishöjning orsakat av nekat fortsatt statsstöds godkännande leda till minskad konsumtion av HVO100. Därmed kan EU-kommissionens beslut om förlängt statsstöds godkännande ha stor betydelse för både Norconsults såväl som den generella utvecklingen i användning av HVO100 i Sverige.

Ett skifte från den transportmetod som utgör branschstandarden idag, det vill säga vad som beskrivs i grundscenariot, till någon av transportmetoderna som beskrivs i scenario I-III skulle innebära stora klimatvinster för branschen. Det är dock svårt att avgöra hur sannolikt att ett sådant skifte skulle ske. Genom att använda sig av egna lastbilar för uppdragen så garanteras en viss självständighet och flexibilitet som ett samarbete med speditör inte kan erbjuda. Att arbeta med speditörer innebär att man behöver förlita sig på en annan part samt att en högre grad av planering krävs. Vid eventuella problem med speditören som till exempel att de är uppbokade eller otillgängliga så kan transporten till uppdraget behöva bokas om. Detta kan i sin tur leda till att uppdraget blir försenat. Vissa aktörer inom branschen kanske värdesätter friheten och flexibiliteten som transporter med egna lastbilar kan erbjuda mer än de utsläppsreduktioner som de alternativa transportmetoderna medför. Dock med tanke på att Norconsult lyckats utveckla en fungerande metod för planering och inbokning av speditörtransporter samt använt denna transportmetod under en period så bör andra aktörer inom branschen inte ha några svårigheter att ta efter. Dessutom förutom den avsevärt större klimatpåverkan som användning av egna lastbilar ger upphov till så har den även en del andra nackdelar. Som nämnt tidigare i kapitel 5.1 så kan det vara relativt kostsamt att upprätthålla en modern uppsättning av lastbilar. Detta kan dock i sin tur kan vara nödvändigt för att kunna utföra uppdrag vars utredningsområde ligger i en miljözon där tunga lastbilar måste ha en viss miljöklassning för att få lov att köra in. Därutöver så innebär transporter med egna lastbilar även höga bränslekostnader då lastbilar drar mer bränsle per mil jämfört med en personbil.

Hur olika aktörer inom branschen väger dessa fördelar och nackdelar emot varandra är svårt att avgöra. Att Norconsult valt att börja använda alternativa transportmetoder för sina geologiska uppdrag är emellertid ett steg i rätt riktning mot sina egna såväl som de svenska miljö- och klimatmålen.

## 8 Slutsatser och rekommendationer

Syftet med denna studie var att undersöka vilken klimatpåverkan Norconsults tidigare samt nuvarande och framtida alternativa transportmetoder för geotekniska undersökningar har. Syftet var även att undersöka samt analysera vilka möjligheter eller hinder som finns för att implementera dessa alternativa transportmetoder i större skala. Följande slutsatser kan dras utifrån studiens resultat:

- Bränsleanvändning i lastbil, bränsleanvändning i personbil och produktion av borrhög utgör hot-spots för de geotekniska uppdragen. Det vill säga, dessa delmoment under ett geotekniskt fältuppdrag ger upphov till störst mängd växthusgasutsläpp.
- Alternativa transportmetoder för geologiska uppdrag, där borrhög endast transporteras till uppdraget en gång med lastbil och där personal transporteras med hjälp av personbil är mycket bättre ur klimatsynpunkt jämfört med dagens branschstandard för transporter till och från geologiska fältuppdrag. Den totala mängden koldioxid som genereras från transporter och användning av borrhög under ett geologiskt uppdrag kan bli 2-7 gånger mindre genom användning av alternativa transportmetoder.
- Optimering av färdrutt samt val av fordon och drivmedel utgör tillsammans de viktigaste klimatåtgärderna för att uppnå så stor utsläppsreduktion som möjligt.
- HVO100 och el är de drivmedel som bidrar till störst minskning i utsläpp av växthusgaser.
- Klimatåtgärden *optimering av lastvikt* som innebär transport av borrhög istället för borrhög med hjälp av personbil och släp istället för tung lastbil ger upphov till mindre klimatpåverkan per utfört uppdrag. Osäkerheter finns dock vilket gör det svårt att avgöra magnituden för de utsläppsbesparingar som uppnås med denna transportmetod.
- Det finns en större osäkerhet i hur stor utsläppsbesparing som kan uppnås med hjälp av eco-driving eftersom dess effekt är kopplat till vilka eco-drivingåtgärder som föraren använder. Dock bör eco-driving inte försummas som användbar klimatåtgärd för de geologiska uppdragen då det fungerar som ett bra komplement till resterande klimatåtgärder.
- Det finns goda möjligheter för Norconsult att utveckla och implementera mer av sina miljöanpassade alternativa transportmetoderna. Speciellt med tanke på att Norconsult redan utvecklat ett system för medarbetare att använda personbilar till transporter samt att de redan etablerat ett samarbete med speditörer för att transportera borrhög till utredningsområdena. Det finns även många styrmedel idag som styr mot ökad användning av el och biodrivmedel vilket är fördelaktigt för Norconsults användning och vidareutveckling av klimatåtgärder.
- Framtida utformning av styrmedel för HVO100 är viktigt för dess utveckling på den svenska drivmedelsmarknaden. För få eller bristfälligt utformade styrmedel kan hindra Norconsult och andra aktörer inom branschen från att använda HVO100 i större utsträckning för sina transporter.
- Att använda egna lastbilar för samtliga transporter i ett geologiskt uppdrag kontra användningen av speditör och personbilar har sina fördelar och nackdelar. Den största fördelen med egna lastbilar är större flexibilitet för planering av när de geologiska uppdragen utförs. En större klimatpåverkan samt stor kostnad för att upprätthålla en modern fordonsflotta är de främsta nackdelarna med användningen av egna lastbilar. Hur andra aktörer inom branschen väljer att väga dessa fördelar och nackdelar mot varandra är svårt att avgöra. Norconsult har dock gjort ett val som är i rätt riktning mot att uppnå sina interna klimatmål genom att välja alternativa transportmetoder för sina geologiska uppdrag.

## Referenser

- Ahlbäck, Anders och Håkan Johansson (2019). *En redovisning av utvecklingen inom svenska godstransportsektorn på väg och KNEG - KNEG Resultatrapport 2019*. Klimatneutrala godstransporter på väg. URL: [https://kneg.org/wp-content/uploads/2019/09/KNEG\\_Resultatrapport\\_2019\\_190904.pdf](https://kneg.org/wp-content/uploads/2019/09/KNEG_Resultatrapport_2019_190904.pdf) (hämtad 2022-03-24).
- Automotive-News (4 febr. 2022). "EU to toughen emissions test for plug-in hybrids, report says". I: *Automotive News Europe*. URL: <https://europe.autonews.com/environmentemissions/eu-toughen-emissions-test-plug-hybrids-report-says> (hämtad 2022-04-25).
- Bachmann, Chris m. fl. (2015). "Life-Cycle Assessment of Diesel-Electric Hybrid and Conventional Diesel Trucks for Deliveries". I: *Journal of Transportation Engineering* 141.4. DOI: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000761](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000761).
- Ben Dhaou, Imed (2011). "Fuel Estimation Model for ECO-driving and ECO-routing". I: *IEEE Intelligent Vehicle Symposium (IV)*, s. 37–42. DOI: 10.1109/IVS.2011.5940399.
- Berners-Lee, Mike m. fl. (2011). "Greenhouse gas footprinting for small businesses - The use of input-output data". I: *Science of the Total Environment* 409, s. 883–891. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.11.023>.
- Boriboonsomsin, Kanok (1 juni 2015). "Reducing the Carbon Footprint of Freight Movement through Eco-Driving Programs for Heavy-Duty Trucks". I: URL: <https://escholarship.org/uc/item/90v1336v> (hämtad 2022-01-18).
- Bouman, Evert A (2020). *A life cycle perspective on the benefits of renewable electricity generation*. Boertang, Belgium: European Topic Centre on Climate change mitigation och energy. URL: [https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-cme/products/etc-cme-reports/etc-cme-report-4-2020-a-life-cycle-perspective-on-the-benefits-of-renewable-electricity-generation/@@download/file/ETC\\_report\\_4\\_2020%20final.pdf](https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-cme/products/etc-cme-reports/etc-cme-report-4-2020-a-life-cycle-perspective-on-the-benefits-of-renewable-electricity-generation/@@download/file/ETC_report_4_2020%20final.pdf) (hämtad 2022-02-07).
- Börjesson, Pål m. fl. (2016). *Dagens och framtidens hållbara biodrivmedel - i sammandrag*. 2016:03. The Swedish knowledge center for renewable transportation fuels.
- Casadei, Anrico och Richard Broda (2008). *Impact of Vehicle Weight Reduction on Fuel Economy for Various Vehicle Architectures*. URL: [https://www.h3xed.com/blogmedia/Ricardo\\_FE\\_MPG\\_Study.pdf](https://www.h3xed.com/blogmedia/Ricardo_FE_MPG_Study.pdf) (hämtad 2022-02-09).
- Del Pero, Francesco, Massimo Delogu och Marco Pierini (2018). "Life Cycle Assessment in the automotive sector: a comparative case study of Internal Combustion Engine (ICE) and electric car". I: *Procedia Structural Integrity* 12, s. 521–537. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2018.11.066>.
- Djerf, Kristin (2021). *Så påverkas din elförbrukning när du skaffar elbil*. URL: <https://www.vattenfall.se/fokus/eldrivna-transporter/hur-paverkas-elforbrukningen-med-elbil/> (hämtad 2022-04-25).
- Dora, Burul och Algesten David (2020). *Life cycle assessment of distribution vehicles Battery electric vs diesel driven*. URL: <https://www.scania.com/content/dam/group/press-and-media/press-releases/documents/Scania-Life-cycle-assessment-of-distribution-vehicles.pdf> (hämtad 2022-03-15).
- Energigas (2022). *Vad är fordonsgas?* URL: <https://www.energigas.se/fakta-om-gas/fordonsgas-och-gasbilar/faq-om-fordonsgas-och-gasbilar/vad-ar-fordonsgas/> (hämtad 2022-04-26).
- Energimyndigheten (2017). *Värmevärden och emissionsfaktorer*. URL: [https://www.energimyndigheten.se/globalassets/statistik/branslen/varmevarden-och-emissionsfaktorer/varmevarden\\_2017.xlsx](https://www.energimyndigheten.se/globalassets/statistik/branslen/varmevarden-och-emissionsfaktorer/varmevarden_2017.xlsx) (hämtad 2022-03-17).
- (2019). *Drivmedelslagen*. URL: <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/hallbarhetskriterier/drivmedelslagen/> (hämtad 2022-04-17).
- (2020). *Energiläget 2020*. Energimyndighetens webbshop. URL: <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=168344> (hämtad 2022-01-24).
- (2021a). *Drivmedel 2020*. 2021:29. Bromma: Statens energimyndighet. URL: <https://energimyndigheten.a-w2m.se/FolderContents.mvc/Download?ResourceId=203063> (hämtad 2022-01-24).
- (2021b). *Hållbarhetslagen*. URL: <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/hallbarhetskriterier/hallbarhetslagen/> (hämtad 2022-04-17).
- (2021c). *Reduktionsplikt*. URL: <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/hallbarhetskriterier/reduktionsplikt/> (hämtad 2022-04-18).

- Energimyndigheten (2021d). *Utvärdering av skattereduktion för rena och höginblandade flytande biodrivmedel*. ER 2021:9. Energimyndigheten. URL: <https://energimyndigheten.a-w2m.se/FolderContents.mvc/Download?ResourceId=190188> (hämtad 2022-04-18).
- EPA, United States Environmental Protection Agency (u.å.). *Understanding Global Warming Potentials*. URL: <https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials> (hämtad 2022-02-14).
- Finansdepartementet, Regeringskansliet - (2020). *Skattebefrielse möjlig för biogas och biogasol*. Pressmeddelande. URL: <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2020/06/skattebefrielse-mojlig-for-biogas-och-biogasol/> (hämtad 2022-06-08).
- (2021). *Klart med fortsatt skattebefrielse för flytande biodrivmedel*. Pressmeddelande. URL: <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2021/09/klart-med-fortsatt-skattebefrielse-for-flytande-biodrivmedel/> (hämtad 2022-04-19).
- (2022). *Regeringen ansöker om fortsatt skattebefrielse för flytande biodrivmedel*. Pressmeddelande. URL: <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2022/02/regeringen-ansoker-om-fortsatt-skattebefrielse-for-flytande-biodrivmedel/> (hämtad 2022-04-19).
- Hammarström, Ulf och Mohammad-Reza Yahya (2000). *Uppskattning av representativa bränslefaktorer för tunga lastbilar*. 445. Väg- och transportforskningsinstitutet. URL: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:675202/FULLTEXT01.pdf> (hämtad 2022-03-18).
- Huang, Yuhan m. fl. (2018). “Eco-driving technology for sustainable road transport: A review”. I: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 93, s. 596–609. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.030>.
- IEA, International Energy Agency (2019). *Fuel Economy in Major Car Markets: Technology and Policy Drivers 2005-2017*. URL: <https://www.globalfueleconomy.org/media/708177/gfei-wp19.pdf> (hämtad 2022-02-09).
- Kabongo Booto, Gaylord, Kari Aamodt Espegren och Ragnhild Hancke (2021). I: *Transportation research part D: Transport and Environment* 95. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102836>.
- Karaaslan, Ernes, Yang Zhao och Omer Tatari (2017). “Comparative life cycle assessment of sport utility vehicles with different fuel options”. I: *The International Journal of Life Cycle Assessment* 23, s. 333–347. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11367-017-1315-x>.
- Karimipour, Hoda m. fl. (2021). “Routing on-road heavy vehicles for alleviating greenhouse gas emissions”. I: *Cleaner Engineering and Technology* 5, s. 100325. ISSN: 26667908. DOI: 10.1016/j.clet.2021.100325. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2666790821002858> (hämtad 2022-01-19).
- Klöpffer, Walter och Birgit Grahl (2014). *Life Cycle Assessment (LCA)- A Guide to Best Practice*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Konsumentverket (2018). *WLTP-en ny metod att mäta bränsleförbrukning*. URL: <https://www.konsumentverket.se/for-foretag/regler-per-omradebransch/motor--bil-bat-och-motorcykel/ny-metod-att-mata-bransleforbrukning/> (hämtad 2022-02-06).
- Matuszewska, Anna, Piotr Wiczorek och Samson-Bręk Izabela (2020). “Bulky Vehicles Recycling. Part 1 - Conditions for Recycling”. I: *Studia Ecologiae et Bioethicae* 18.4, s. 85–93. DOI: <http://dx.doi.org/10.21697/seb.2020.18.4.08>.
- Meiton, Stig och Gugge Häglund (2014). *Sparsam körning - där tanken bär framåt*. 2013:131. URL: [https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/11176/RelatedFiles/2013\\_131\\_Sparsam\\_korning\\_dar\\_tanken\\_bar\\_framat.pdf](https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/11176/RelatedFiles/2013_131_Sparsam_korning_dar_tanken_bar_framat.pdf) (hämtad 2022-03-30).
- Miljöfordon (2017a). *Etanolbil*. URL: <https://www.miljofordon.se/bilar/etanolbil/> (hämtad 2022-04-25).
- (2017b). *Så fungerar en etanollastbil*. URL: <https://www.miljofordon.se/lastbilar/saa-fungerar-etanollastbil/> (hämtad 2022-04-25).
- (2021). *Vad är en miljöbil?* URL: <https://www.miljofordon.se/bilar/vad-aer-miljoebil/> (hämtad 2022-02-06).
- Naturskyddsföreningen (2021). *Palmolja i biodiesel - ingen hållbar väg ut ur fossilberoendet*. URL: <https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/palmolja-i-biodiesel-ingen-hallbar-vag-ut-ur-fossilberoendet/> (hämtad 2022-04-21).
- Naturvårdsverket (2018). *Producentansvar för bilar*. URL: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/producentansvar/producentansvar-for-bilar/> (hämtad 2022-03-18).
- (u.å[a]). *Beräkna klimatpåverkan*. URL: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/luft-och-klimat/berakna-klimatpaverkan/> (hämtad 2022-06-17).

- Naturvårdsverket (u.å[b]). *Bränsleanvändning för bensin- och dieselmotorer*. URL: <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/trafik-och-transporter/bransleanvandning-bensin-dieselmotorer/> (hämtad 2022-04-21).
- (u.å[c]). *Därför blir det varmare*. URL: <https://www.naturvardsverket.se/annesomraden/klimatfakta/darfor-blir-det-varmare/> (hämtad 2022-02-14).
- (u.å[d]). *Elbilsaddning och laddinfrastruktur*. URL: <https://www.naturvardsverket.se/annesomraden/klimatomstallningen/klimatklivet/elbilsaddning-och-laddinfrastruktur/> (hämtad 2022-04-18).
- (u.å[e]). *Fossila bränslen*. URL: <https://www.naturvardsverket.se/annesomraden/klimatomstallningen/omraden/klimatet-och-energin/fossila-branslen/> (hämtad 2022-02-10).
- (u.å[f]). *Hållbar bioenergi*. URL: <https://www.naturvardsverket.se/annesomraden/klimatomstallningen/omraden/klimatet-och-energin/hallbar-bioenergi/> (hämtad 2022-02-10).
- (u.å[g]). *Inrikes transport, utsläpp av växthusgaser*. URL: <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-inrikes-transporter/> (hämtad 2022-01-23).
- (u.å[h]). *Klimatklivet*. URL: <https://www.naturvardsverket.se/annesomraden/klimatomstallningen/klimatklivet/> (hämtad 2022-04-18).
- (u.å[i]). *Sveriges klimatmål och klimatpolitiska ramverk*. URL: <https://www.naturvardsverket.se/annesomraden/klimatomstallningen/sveriges-klimatarbete/sveriges-klimatmal-och-klimatpolitiska-ramverk/> (hämtad 2022-01-21).
- Norconsult (2019). *Norconsult Hållbarhetsrapport 2019 by norconsultSE - Issuu*. URL: [https://issuu.com/norconsultse/docs/h\\_llbarhet\\_2019\\_final1](https://issuu.com/norconsultse/docs/h_llbarhet_2019_final1) (hämtad 2022-01-18).
- (u.å). *Om oss*. URL: <https://norconsult-ab.foleon.com/marknadsbroschyr/faltgeoteknik/om-oss/> (hämtad 2022-01-29).
- Plötz, Patrick m. fl. (2020). *REAL-WORLD USAGE OF PLUG-IN HYBRID ELECTRIC VEHICLES FUEL CONSUMPTION, ELECTRIC DRIVING, AND CO2 EMISSIONS*. International Council on Clean Transportation. URL: [https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2020/PHEV\\_ICCT\\_FraunhoferISI\\_white\\_paper.pdf](https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2020/PHEV_ICCT_FraunhoferISI_white_paper.pdf) (hämtad 2022-04-22).
- Rosenfeld C., Daniel, Johannes Lindorfer och Karin Fazeni-Fraisl (2019). “Comparison of Advanced Fuels - Which technology can win from a life cycle perspective?” I: *Journal of Cleaner Production* 238. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117879>. (Hämtad 2022-03-09).
- Rupp, Mathias, Sven Schulze och Isabel Kuperjans (2018). “Comparative Life Cycle Analysis of Conventional and Hybrid Heavy-Duty Trucks”. I: *World Electric Vehicle Journal* 9.2. DOI: <https://doi.org/10.3390/wevj9020033>.
- Saidani, Michael m. fl. (2020). “Dismantling, remanufacturing and recovering heavy vehicles in a circular economy - Technico-economic and organisational lessons from an industrial pilot study”. I: *Resources, Conservation & Recycling* 156. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104684>.
- Scora, George, Kanok Boriboonsomsin och Matthew Barth (okt. 2015). “Value of eco-friendly route choice for heavy-duty trucks”. I: *Research in Transportation Economics* 52, s. 3–14. ISSN: 07398859. DOI: 10.1016/j.retrec.2015.10.002. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0739885915000463> (hämtad 2022-01-19).
- Sena, L Michael m. fl. (2011). *Grön Rutt Optimering och Navigering av Tunga fordon*. 2011:04. URL: <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:674114/FULLTEXT01.pdf> (hämtad 2022-01-26).
- SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet (2021). *Vad är livscykelanalys?* URL: <https://www.slu.se/institutioner/energi-teknik/forskning/lca/vadar/> (hämtad 2022-02-03).
- SMHI, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (u.å). *Klimat*. URL: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat> (hämtad 2022-02-14).
- SPBI (2019). *SPBI Branschfakta 2019*. Svenska Petroleum & Biodrivmedel Institutet. URL: [https://drivkraftsverige.se/wp-content/uploads/2019/07/SPBI\\_branschfakta\\_2019\\_DIGITAL-online1.pdf](https://drivkraftsverige.se/wp-content/uploads/2019/07/SPBI_branschfakta_2019_DIGITAL-online1.pdf) (hämtad 2022-04-20).
- Stjerna, Mikael (8 febr. 2022). “Laddhybrider ska få högre förbrukning”. I: *Teknikens Värld*. URL: <https://teknikensvarld.expressen.se/nyheter/bil-och-trafik/elbil-laddhybrid/laddhybrider-ska-fa-hogre-forbrukning/> (hämtad 2022-04-25).
- SverigesÅkeriföretag (2016). *Fakta om åkerinäringen*. URL: [https://www.akeri.se/sites/default/files/2018-06/fakta\\_om\\_akerinaringen.pdf](https://www.akeri.se/sites/default/files/2018-06/fakta_om_akerinaringen.pdf) (hämtad 2022-03-09).

- Townsend, Nic (2019). *2,4 liter per mil i bränsleförbrukning*. URL: <https://www.volvotrucks.se/sv-se/news/magazine-online/2019/sep/Business-Story-Spain.html> (hämtad 2022-03-24).
- Transportstyrelsen (2021a). *Bonus malus-system för personbilar, lätta lastbilar och lätta bussar*. URL: <https://www.transportstyrelsen.se/bonusmalus> (hämtad 2022-04-18).
- (2021b). *Miljöklassade bränslen*. URL: <https://transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Miljo/Luftkvaliet-i-tatorter/Miljoklassade-branslen/> (hämtad 2022-04-17).
- (2022). *E10*. URL: <https://transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Miljo/Klimat/E10/> (hämtad 2022-04-25).
- (u.å). *Fordonsuppgifter*. URL: <https://fu-regnr.transportstyrelsen.se/extweb/> (hämtad 2022-03-15).
- TRIPLEF (u.å). *Lastbilar i trafik efter drivmedel*. URL: <https://triplef.lindholmen.se/node/80970> (hämtad 2022-02-05).
- WLTPFACTS (u.å). *What is WLTP and how does it work?* URL: <https://www.wltpfacts.eu/what-is-wltp-how-will-it-work/> (hämtad 2022-02-05).
- VolvoTrucks (u.å.b). *Calculate your environmental footprint*. URL: <https://www.volvotrucks.com/en-en/trucks/alternative-fuels/environmental-footprint.html#howwedourcalculations> (hämtad 2022-03-09).
- (u.å.a). *Environmental footprint calculator*. URL: [https://www.volvotrucks.com/en-en/trucks/alternative-fuels/environmental-footprint/environment-footprint-calculator.html?lang=en&market=gb&view=single&trucks=fh16\\_2021&ucategories=longhaul,regional](https://www.volvotrucks.com/en-en/trucks/alternative-fuels/environmental-footprint/environment-footprint-calculator.html?lang=en&market=gb&view=single&trucks=fh16_2021&ucategories=longhaul,regional) (hämtad 2022-03-09).

## Standarder

SS-EN ISO14044:2006 (2006). *Miljöledning-Livscykelanalys-Krav och Vägledning ISO 14044:2006* Svenska Institutet för Standarder  
<https://www.sis.se/produkter/ledningssystem-e07b0fe8/ledningssystem-for-miljo/sseniso140442006/> (hämtad 2022-02-03)

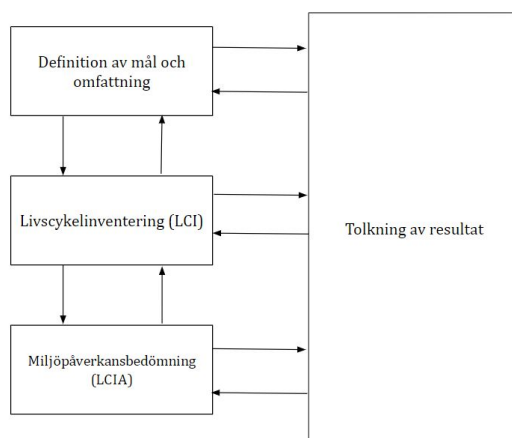
## Lagar

SFS 2010:598. *Lag om hållbarhetskriterier för biodrivmedel och biobränslen*. Stockholm: Infrastrukturdepartementet.

## Appendix A - Livscykelanalys arbetsmetodik

Det finns många olika metoder för att fastställa miljöpåverkan för en produkt eller en tjänst och livscykelanalys (LCA) är en av dem. Som namnet antyder är LCA en metod för att kartlägga en produkts eller en tjänsts miljöpåverkan under dess livscykel, det vill säga från vaggan till grav. Närmare bestämt från utvinning av naturresurser, förädling av naturresurser, produktion och tillverkning, transport, användning och slutligen avfallshantering. Här urskiljer sig LCA från många andra metoder som sällan tar granskningen utanför den valda produkten eller tjänsten. Livscykelperspektivet ger en större bild över vilka material- och energiflöden som existerar i systemet vilket underlättar processen för att fastställa vilka åtgärder som krävs för att minska miljöpåverkan (SLU 2021).

Idag är arbetsmetodiken standardiserad och de internationella standarderna ISO14040<sup>10</sup> och ISO14044<sup>11</sup> anger vilka krav och riktlinjer som gäller för livscykelanalyser. Arbetsmetodiken för en LCA innehåller fyra huvuddelar, nämligen *definition av mål och omfattning*, *livscykelinventering (LCI)*, *miljöpåverkansbedömning (LCIA)* samt *tolkning av resultat*. En viktig faktor att komma ihåg då man arbetar med en LCA är att arbetsmetodiken är iterativ, därav dubbelpilarna i figur 15, och förändringar kan behövas under arbetets gång (Klöppfer och Grahl 2014). Vad varje huvuddel innebär kommer att utvecklas nedan.



Figur 15: Schematisk bild över de fyra huvuddelarna: definition av mål och omfattning, livscykelinventering, miljöpåverkansbedömning och tolkning av resultat i LCA:s arbetsmetodik.

### Definition av mål och omfattning

Vid initieringsfasen av en LCA-studie är definition av studiens mål ett viktigt moment (Klöppfer och Grahl 2014). Detta eftersom påföljande arbetsmoment såsom LCI och LCIA utgår från just studiens uppsatta mål (SS-EN ISO14044:2006). När studiens mål tillkännages bör den som läser LCA-studien få en uppfattning om varför studien genomförs, vilken målgrupp den är ämnad för samt vad dess syfte är.

För att definiera studiens omfattning krävs en beskrivning av produkten eller tjänstens system. Detta illustreras lämpligen med hjälp av ett så kallat processträd eller processdiagram. Detta processdiagram representerar således funktionen av den studerade produkten eller tjänsten, vilket i sin tur är relevant vid beslut av LCA-studiens *funktionella enhet* (Klöppfer och Grahl 2014). En förenklad definition av funktionell enhet är att den anger ett kvantitativt mått på funktionen av systemet (SLU 2021). Därav bör den funktionella enheten vara konkret och mätbar. Exempelvis om funktionen av det studerade systemet är att bygga bostäder så kan den funktionella enheten vara kvadratmeter boyta.

<sup>10</sup>SS-EN ISO14040:2006

<sup>11</sup>SS-EN ISO14044:2006



## Livscykelinventering (LCI)

Andra delen av en LCA består av en livscykelinventering (LCI), vilket kan sammanfattas som insamling av data för det studerade systemets in- respektive utflöden (SS-EN ISO14044:2006). I grund och botten baseras mycket av LCI på naturens lagar såsom massbalanser och termodynamikens första huvudsats. Vid behov kan man med hjälp av dessa naturlagar uppskatta energimängden som krävs för att producera en viss produkt (Klöpffer och Grahl 2014). Vid framtagning av data för LCI är det emellertid viktigt att ha systemets omfattning i åtanke (SLU 2021). Detta kan bland annat vara ur ett geografiskt eller tidsmässigt perspektiv då det exempelvis är tydligt att data som gäller för hela Europa inte är relevant för en LCA-studie som är ämnad för en produkt som endast produceras och konsumeras i Sverige.

## Miljöpåverkansbedömning (LCIA)

Tredje delen av LCA är miljöpåverkansbedömning (LCIA) vilket går ut på att använda den insamlade datan från LCI för att kvantifiera och utvärdera produkten eller tjänstens miljöpåverkan under dess livscykel. För att göra detta behöver man välja vilka miljöpåverkanskategorier och tillhörande kategoriindikatorer som ska ingå i LCA-studien (Klöpffer och Grahl 2014). En *miljöpåverkanskategori* kan kort förklaras som ett miljöproblem vilket resultatet från LCI kan hänföras till, medan en *kategoriindikator* är en kvantifierbar representation av miljöpåverkanskategorin. Tilldelning av LCI-datan till de bestämda miljöpåverkanskategorierna kallas för klassificering (SS-EN ISO14044:2006). Klimatförändring är ett exempel på en miljöpåverkanskategori som kan användas. Tillhörande kategoriindikator skulle då kunna vara gram  $CO_2$ -ekvivalenter. Eftersom den insamlade LCI-datan kan vara mycket omfattande samt för att möjliggöra jämförelse av påverkan mellan olika livscykelstadier, krävs det att LCI-datan omvandlas till gemensamma enheter för att därefter aggregeras till samma tillhörande miljöpåverkanskategori. För att utföra detta används något som kallas *karaktäriseringsfaktorer* (Klöpffer och Grahl 2014). Själva beräkningsprocessen kallas för karaktärisering och beroende på miljöpåverkanskategori och tidshorisont så kan dessa karaktäriseringsfaktorer variera. För att återkoppla till tidigare då klimatförändring användes som exempel, så skulle den tillhörande karaktäriseringsfaktorn kunna vara gram  $CO_2$ -ekvivalenter per gram växthusgas. Detta brukar benämnas som global uppvärmningspotential, eller förkortat GWP (Global Warming Potential). Slutresultatet från LCIA redovisas som kategoriindikatorresultat. Återigen, om klimatförändring används som exempel så skulle kategoriindikatorresultatet vara gram  $CO_2$ -ekvivalenter per funktionell enhet (SS-EN ISO14044:2006).

## Tolkning av resultat

Den sista delen för LCA är tolkning av resultat, där all data och information skall analyseras och sammanfattas. Vidare ska slutsatser och rekommendationer från studien tas fram med dess mål och omfattning i åtanke (Klöpffer och Grahl 2014). Likt många andra studier så har livscykelanalyser också en del osäkerheter, bland annat som en följd av olika val och antaganden som har gjorts. Till exempel val av systemgränser, val av data och val av funktionell enhet. Det är således viktigt att vara transparent och belysa läsaren om dessa osäkerheter (SLU 2021).

## Appendix B - Inventeringsanalys

### Produktion av Volvo FH16 - speditörens lastbil

Volvo Trucks har tagit fram ett eget beräkningsverktyg för att beräkna olika volvolastbilars klimatpåverkan utifrån ett livscykelerspektiv. Med hjälp av detta program har produktspecifik LCI-data för VolvoFH16 erhållits. I beräkningsprogrammet kan användaren ange vilken modell av lastbil som beräkningen avser. Därefter kan användaren även ange hur många km som lastbilen kör i genomsnitt per år samt hur stor bränsleförbrukningen är (VolvoTrucks u.å.a). Enligt VolvoTrucks utgår detta beräkningsverktyg från ett livscykelerspektiv och livscykelanalyser har utförts för utformningen av själva beräkningsverktyget. Klimatpåverkan för den gällande lastbilen delas upp i tre huvudkategorier, nämligen produktion, användning och end-of-life. Enhetsprocesser såsom utvinning av råmaterial, transport av materialet samt montering och ihopsättning av lastbilen är inkluderade i huvudkategorin produktion, medan service, bränsleförbrukning och produktion av bränsle är några exempel på enhetsprocesser som ingår i huvudkategorin användning. Inom huvudkategorin end-of-life inkluderas enhetsprocesser såsom återvinning och hur mycket avfall som genereras (VolvoTrucks u.å.b).

För att använda beräkningsprogrammet har en genomsnittlig årlig körsträcka på 80 000 km/år samt en genomsnittlig bränsleförbrukning på 28 L/100 km använts. Dessa uppgifter har försetts av Markus Mangsten<sup>12</sup> via speditören som Norconsult samarbetar med. Detta resulterade i ett värde på 21 ton  $CO_2$ -ekvivalenter för produktionen av en tung lastbil av modell VolvoFH16. Denna siffra är exklusive de besparingar i utsläpp som sker vid end-of-life (VolvoTrucks u.å.a). Varför dessa besparingar exkluderats förklaras mer i detalj i kommande kapitel. Följaktligen blir motsvarande siffra för klimatpåverkan per kilometer under en livstid 0,0175 kg  $CO_2$ -ekvivalenter/km, antaget att lastbilen har en livstid på 15 år och körs i snitt 80 000 km/år. Livslängden på lastbilen är hämtad från publikationen *Fakta om Åkerinäringen* skriven av Sveriges Åkeriföretag (2016). Det är ett genomsnittsvärde för tunga och lätta lastbilars livslängd i Sverige (SverigesÅkeriföretag 2016).

### Produktion av SCANIA P280DB4X2 - Norconsults egna lastbil

Som tidigare nämnt har det i denna studie antagits att samtliga transporter för grundscenariot utförs med hjälp av en *SCANIA P280DB4X2* (årsmodell 2008) som väger 19 ton (Transportstyrelsen u.å).

Information och produktspecifik LCI-data för denna lastbil är begränsad från tillverkarna då det är en något äldre årsmodell samt sannolikt på grund av sekretesskäl. Vidare är större delen av tillgängliga livscykelanalyser inom detta område utförda inom de närmsta åren och dessutom för lastbilar som antingen väger mindre eller mer än Norconsults fordon. Exempelvis utförde Bachmann m.fl. (2015) en jämförande livscykelanalys på hybridlastbilar (diesel och el) med konventionella diesellastbilar. Vikten på de lastbilar som undersöks i studien är cirka 6,8 ton vilket är mindre än vad Norconsults lastbil väger (Bachmann m.fl. 2015). Ett liknande fall gäller för livscykelanalysen utförd av Kabongo Booto, Aamodt Espegren och Hancke (2021), där lastbilarna som studerades väger 12 ton (Kabongo Booto, Aamodt Espegren och Hancke 2021). Rupp, Schulze och Kuperjans (2018) som utfört en livscykelanalys där växthusgasutsläppen för en konventionell tung lastbil jämförs med en hybrid tung lastbil för långdistansdrift har å andra sidan studerat något tyngre lastbilar än Norconsults. Lastbilarna som studerades väger 40 ton vilket innebär att studiens resultat inte är representativt för denna studies fordon (Rupp, Schulze och Kuperjans 2018).

För att fastställa klimatpåverkan från produktionen av Norconsults lastbil har därför istället en livscykelanalys utförd av SCANIA använts. Denna livscykelanalys utfördes 2020 av SCANIA för att jämföra klimatpåverkan av två lastbilar med olika drivlinor (diesel-förbränningsmotor och elmotor). Studien utgick från ISO14040/44 och är tredjepartsgranskad av IVL Svenska Miljöinstitutet (Dora och David 2020). Resultatet

<sup>12</sup>Markus Mangsten, VD Norconsult fältgeoteknik AB, mejlkontakt 2022

från SCANIAS livscykelanalys antas vara representativ för Norconsults eftersom lastbilarna som studeras i SCANIAS livscykelanalys är av ungefär samma viktklass som Norconsults. Dessutom är de från samma tillverkare. Resultatet från SCANIAS livscykelanalys visar på att det produceras cirka 27,5 ton  $CO_2$ -ekvivalenter för att tillverka en lastbil med diesel-förbränningsmotor och en Gross Vehicle Weight på 28 ton. Vidare så har det antagits att lastbilen kör 500 000 km under en livstid (Dora och David 2020). Denna sträcka har använts för att bestämma klimatpåverkan för produktion av Norconsults lastbil i enheten kg  $CO_2$ -ekvivalenter/km. Då det skiljer 8,5 ton i vikt mellan lastbilen i SCANIAS livscykelrapport och Norconsults lastbil (SCANIA P280DB4X2) så har klimatpåverkan anpassats utifrån vikten på Norconsults fordon för att LCA-datan ska bli så representativ som möjligt. Följaktligen blir klimatpåverkan för produktion av Norconsults lastbil 0,037 kg  $CO_2$ -ekvivalenter/km.

## Produktion av Norconsults personbilar

Norconsult använde sig av dieseldrivna personbilar fram till 2022 då de istället började använda hybrid- och elbilar. I tabell 3 sammanfattas vilka bilar Norconsult har använt innan bytet samt vilka bilar som Norconsult använder sig av från 2022.

I regel krävs det många olika insatsvaror, komponenter och processer för att tillverka en personbil. Vidare kan sammansättningen av komponenter och material variera beroende på biltyp och bilmodell. Biltillverkare lanserar nya modeller av bilar regelbundet och att hitta inventeringsdata specifikt för de bilmodeller som Norconsult använder sig av har inte varit möjligt då tillgången till information och data har varit begränsad. Detta kan bero på att Norconsult använder sig av väldigt nya bilmodeller samt på grund av sekretesskäl från tillverkarna av bilarna. Därmed har inventeringsdata för Norconsults personbilar istället hämtats från LCA:n utförd av Rosenfeld C, Lindorfer och Fazeni-Fraisl (2019). I denna livscykelanalys studeras klimatpåverkan från SUVs med olika drivlinor såsom plug-in hybrid och elbil för att jämföra det med klimatpåverkan från en SUV som har en konventionell förbränningsmotor. Vid framtagandet av LCI-data för bilarna så har livscykelstadier såsom produktion av material och delar till fordonet, montering, underhåll och reparation samt end-of-life inkluderats (Rosenfeld C., Lindorfer och Fazeni-Fraisl 2019). Dessa fordon är jämförbara med Norconsults bilar med avseende på vikt och drivlina. I tabell 3 framgår det att Norconsults bilar med förbränningsmotorer inte har karossmodell av typen SUV, utan de är av typen kombi. Inventeringsdatan från Rosenfeld C, Lindorfer och Fazeni-Fraisl (2019) LCA antas dock ändå vara representativ för dessa bilar då de viktmässigt är väldigt lika trots olika typer av kaross.

Från Rosenfeld C, Lindorfer och Fazeni-Fraisl (2019) LCA framgår det att cirka 5700 kg  $CO_2$ -ekvivalenter produceras vid tillverkning av en plug-in hybrid, 8800 kg  $CO_2$ -ekvivalenter från tillverkningen av en elbil samt cirka 4600 kg  $CO_2$ -ekvivalenter för att tillverka en SUV med förbränningsmotor (Rosenfeld C., Lindorfer och Fazeni-Fraisl 2019). Del Pero, Delogu och Pierini (2018) har utfört en livscykelanalys inom samma område, där klimatpåverkan från fordon med förbränningsmotor jämfördes med klimatpåverkan från elfordon. Studien undersökte detta ur ett livscykelperspektiv enligt ISO-standarden likt livscykelanalysen utförd av Rosenfeld C, Lindorfer och Fazeni-Fraisl (2019), dock för fordon som väger något mindre. Resultaten är emellertid i motsvarande storleksordning som Rosenfeld C, Lindorfer och Fazeni-Fraisl (2019) resultat (Del Pero, Delogu och Pierini 2018). Karaaslan, Zhao och Tatari (2017) har också utfört en livscykelanalys för SUVs med olika drivlinor däremot implementerades en hybridmetod (EIO-LCA) för att beräkna klimatpåverkan från respektive fordon. EIO-LCA kräver till skillnad från processbaserad LCA inte några definierade systemgränser eftersom metoden istället tar hänsyn till miljöpåverkan för den fullständiga värdekedjan genom ekonomiska aktiviteter för en viss produkt eller tjänst (Karaaslan, Zhao och Tatari 2017) Eftersom denna studie utgår från en ren processbaserad LCA och för att uppnå en så hög grad av stringens som möjligt så har inventeringsdata inte inhämtats från denna studie. Vidare är resultatet från denna studie högre än vad (Rosenfeld C., Lindorfer och Fazeni-Fraisl 2019) och (Del Pero, Delogu och Pierini 2018) kommit fram till (Karaaslan, Zhao och Tatari 2017).

## Tillverkning av borrhigg

Norconsult köper sina borrhigar från Geomek Stockholms Geomekaniska AB som själva utfört klimatberäkningar för att fastställa klimatpåverkan från att tillverka en borrhigg<sup>13</sup>. Geomek har använt sig av Mike Berners-Lees modell för beräkningarna och kom fram till att klimatpåverkan för att producera en Geoelectric MTG5000 som har en livslängd på 12 år, är 239,4 ton  $CO_2$ -ekvivalenter ur ett vagga till grind perspektiv. Detta motsvarar 2,28 kg  $CO_2$ -ekvivalenter/h. Mike Berners-Lees modell är en hybrid mellan två metoder för klimatberäkningar, nämligen *Environmental Input-Output Analysis* (EIOA) och *Livscykelanalys* (LCA). Till skillnad från LCA som bygger på bottom-up analys så utgår EIOA från top-down analys. I EIOA är den totala mängden utsläpp för en viss produkt eller tjänst känd och fördelas därefter till olika sektorer inom ekonomin. Dessa sektorer har ett ömsesidigt beroende som uppstått på grund av tillverkning av den produkt eller tjänst som studeras i EIOA:n (Berners-Lee m. fl. 2011).

Bakgrunden till beslutet att använda värdet på 239,4 ton  $CO_2$ -ekvivalenter för borrhigen trots att det är framtaget med hjälp av en hybridmetod är att datan är produktspecifik för just den borrhigen som Norconsult använder sig av. Det finns liten tillgänglighet av LCA-data för borrhigar och därmed togs beslutet att använda den inventeringsdata som är befintlig. Osäkerheten som tillkommer från att använda data framtagna med hjälp av en hybridmetod kommer emellertid att tas med i beaktning vid analys av denna studies resultat.

## Produktion av drivmedel och energi

För att beräkna utsläppen som produceras vid användning av drivmedel i de olika fordon som är inkluderade i denna studie har emissionsfaktorer från Energimyndighetens rapport *Drivmedel 2020* samt värmevärden från Energimyndighetens datalager använts (Energimyndigheten 2021a; Energimyndigheten 2017). Valet av Energimyndighetens emissionsfaktorer grundar sig i att de är framtagna ur livscykelperspektiv, det vill säga klimatpåverkan från samtliga livscykelstadier av ett drivmedel är inkluderat. Denna studie utgår också från ett livscykelperspektiv och därav är det nödvändigt att använda data som överensstämmer med dess systemgränser.

Emissionsfaktorerna och värmevärdena användes tillsammans med respektive fordons eller borrhiggs bränsleförbrukning för att bestämma klimatpåverkan från användning av fordonet eller borrhigen. Vilka värden som använts för bränsleförbrukningen och vilka antaganden som ligger bakom dem presenteras mer utförligt nedan.

## Användning av fordon och borrhigg

Klimatpåverkan från användningsfasen av fordonen och borrhiggarna kan brytas ner till två kategorier, nämligen underhåll och reparation samt bränsle- och energiförbrukning. Hur klimatpåverkan bestäms för respektive kategori utvecklas nedan.

### Underhåll och reparation

Underhåll och reparation är oundvikligt och nödvändigt under ett fordons livstid. Några exempel på komponenter och delar som kräver underhåll är däck, batterier och bromsbackar (Dora och David 2020). Hur mycket underhåll och reparation ett fordon kräver varierar beroende på fordon och hur mycket fordonet används, däremot likt alla andra livscykelstadier ger underhåll och reparation också upphov till en viss klimatpåverkan.

De källor som använts för att bestämma klimatpåverkan från tillverkning av lastbil, personbil eller borrhigg har alla olika systemgränser och metoder. Därmed redovisas även klimatpåverkan från underhåll och

---

<sup>13</sup>Mejlkontakt med Markus Mangsten, VD Norconsult fältgeoteknik AB, 2022

reparation av fordonet eller borrhjgen på olika sätt. VolvoTrucks egna beräkningsmodell som använts för speditörens fordon (VolvoFH16) har exempelvis inkluderat klimatpåverkan från underhåll under kategorin *usage* (användning) där även klimatpåverkan från produktion av bränsle samt användning av bränsle är inkluderat. Det vill säga klimatpåverkan från underhåll och reparation redovisas inte som en egen separat kategori. Livscykelanalysen som använts för att bestämma klimatpåverkan från tillverkning av Norconsults egna lastbil (SCANIA P280DB4X2) har redovisat klimatpåverkan från underhåll som en egen kategori. Dock innefattas endast underhåll av däck då författarna menar på att storleksordningen för klimatpåverkan från underhåll, generellt är mycket liten. Den varierar mellan 0 och 0,3% av den totala klimatpåverkan för fordonet och därav har författarna valt att endast inkludera klimatpåverkan från underhåll av lastbilens däck då de anser att byte av däck är den enda formen av underhåll med signifikant klimatpåverkan (Dora och David 2020). Att underhåll ger upphov till en mycket liten klimatpåverkan under en lastbils livstid framgår även i livscykelanalysen utförd av (Kabongo Booto, Aamodt Espegren och Hancke 2021). Livscykelanalysen som använts för att bestämma klimatpåverkan från tillverkningen av Norconsults olika personbilar har valt att inkludera klimatpåverkan från underhåll och reparation men redovisar dock inte det som en egen kategori (Rosenfeld C., Lindorfer och Fazeni-Fraisl 2019). Klimatpåverkan för Norconsults borrhjgar är beräknade av Norconsults leverantörer av borrhjgar (Geomek Stockholms Geomekaniska AB) och Mike Berners-Lees modell har använts. Beräkningarna har skett ur ett vagga till grind perspektiv och följaktligen har klimatpåverkan från underhåll och reparation inte inkluderats.

På grund av bristande enhetlighet bland använd livscykeldata för klimatpåverkan från underhåll och reparation samt hur liten andel klimatpåverkan underhåll och reparation faktiskt utgör för lastbilar har det i denna studien antagits att klimatpåverkan från detta livscykelstadium kan försummas. Med andra ord har klimatpåverkan från underhåll och reparation inte inkluderats i beräkningarna med undantag för personbilarna. Anledningen till detta är att klimatpåverkan för underhåll och reparation redan är inkluderat i den LCI-data som använts för att fastställa klimatpåverkan från produktion av personbilarna.

## Bränsle- och energiförbrukning

Som tidigare nämnt kan den verkliga bränsleförbrukningen för ett fordon påverkas av många olika faktorer och varierar beroende på vilka förhållanden som råder. För att beräkna mängden utsläpp som genereras vid användning av de olika fordonen och borrhjgarna har genomsnittliga värden för respektive fordons eller borrhjgs bränsleförbrukning använts (se tabell 4 och 5).

Tung lastbil - Speditörens fordon

Bränsleförbrukningen för de lastbilar som transporterar Norconsults utrustning idag försågs av Markus Mangsten<sup>14</sup> via speditörfirman som Norconsult samarbetar med. Enligt speditörfirman har deras lastbil (Volvo FH16) en genomsnittlig bränsleförbrukning på 28 L/100 km.

Tung lastbil - Norconsults egna fordon

För lastbilen som Norconsult använde innan införandet av klimatåtgärder (SCANIA P280DB4X2) så hade Norconsult ingen egen dokumentation på genomsnittlig bränsleförbrukning. Därmed har en uppskattning för detta värde utförts utifrån litteraturvärden istället.

Historiskt har utvecklingen av tunga lastbilars energieffektivisering haft ett stort fokus och inom området har det gjorts framstående framsteg fram till 1980-talet. På grund av allt högre utsläppskrav saktade dock denna utveckling ner under början av 1990-talet. Emellertid kan det nämnas att tunga lastbilar är mycket energieffektiva i förhållande till deras vikt. Exempelvis har en fullastad tung lastbil som väger 60 ton en genomsnittlig bränsleförbrukning på 40 L/100 km. Detta kan jämföras med en personbil som väger 1,5 ton och som har en genomsnittlig bränsleförbrukning på 8 L/100 km. Bränsleförbrukningen för lastbilen är endast fem gånger större än bränsleförbrukningen för personbilen trots att den väger 40 gånger mer (Ahlbäck och Johansson 2019).

---

<sup>14</sup>Markus Mangsten, VD Norconsult fältgeoteknik AB, mejlkontakt 2022

Hur gammal en lastbil är har alltså en roll i hur mycket bränsle den förbrukar. En studie utförd av Hammarström och Yahya (2000) kom fram till att den genomsnittliga bränsleförbrukningen för tunga lastbilar i Sverige under 1997 låg runt 43 L/100km (Hammarström och Yahya 2000). Tidsmässigt anses detta värde emellertid inte applicerbart på Norconsults lastbil då det är en årsmodell från 2008 vilket är 11 år senare än 1997. Ett tidsmässigt mer lämpligt värde har istället erhållits från en intervju utförd av VolvoTrucks där Thomás Fernández som är driftansvarig och delägare i Manuel Gonzalez Transportes förklarar hur deras bränsleförbrukning 2019 låg på cirka 28 L/100km. Motsvarande värde för företagets bränsleförbrukning år 2011 låg på 38 L/100km. Manuel Gonzalez Transportes är ett transportföretag som funnits sedan 1960-talet. Företaget kör med olika typer av fordon, bland annat Volvo, Renault Trucks, MAN och Iveco (Townsend 2019). Då 2011 ligger 2008 närmre tidsmässigt samt med bakgrunden av att utvecklingen för energieffektiviseringen för tunga lastbilar avtog under början av 1990-talet har det antagits att bränsleförbrukningen för Norconsults egna lastbil, SCANIA P280DB4X2, har en genomsnittlig bränsleförbrukningen på 38 L/100 km.

### Norconsults personbilar

Den genomsnittliga bränsle- eller energiförbrukningen för de personbilar som Norconsult använder till sina uppdrag har erhållits genom respektive bils WLTP-resultat. Som tidigare nämnt står WLTP för Worldwide Harmonized Light Vehicle Test Procedure och är ett test som utförs på bilar i ett laboratorium för att fastställa hur stor bränsle- eller energiförbrukning bilen har (WLTPFACTS u.å). Givet är att WLTP-resultatet inte speglar ett fordons verkliga bränsle- eller energiförbrukning till hundra procent. Dock eftersom WLTP är utvecklat från riktig kördata insamlad från hela världen samt att den är framtagen för att vara så representativ som möjligt av vardagligt körbeteende så har värden från WLTP antagits vara lämpliga för att beräkna klimatpåverkan från bruk av bränsle och/eller el under transporterna till och från de geotekniska uppdragen. Genom att använda värden från WLTP säkerställs även att värdet av bränsle- eller energiförbrukningen för samtliga av Norconsults bilar är framtagna under samma förutsättningar och villkor.

Dock har WLTP-värdet för bränsleförbrukningen för Norconsults laddhybrid korrigerats med en faktor tre. Som tidigare nämnt så har kritik riktats mot de värden som standardiserade tester såsom WLTP tagit fram för bränsleförbrukningen för olika laddhybrider. En studie utförd av Plötz m. fl. (2022) kom fram till att bränsleförbrukningen för laddhybrider ibland kan vara upp mot två till fyra gånger högre än vad som anges i standardiserade testresultat. Detta beror bland annat på att laddhybrider inte laddas tillräckligt ofta eller regelbundet (Plötz m. fl. 2020). För att klimatberäkningarna ska spegla verkligheten så bra som möjligt har därför bränsleförbrukningen för den laddhybrid som Norconsult använder multiplicerats med en faktor tre.

### Borriggar

Norconsults borriggar drivs också av bränsle och enligt Norconsults leverantörer av borriggar (Geomek Stockholms Geomekaniska AB) så uppskattas den årliga bränsleförbrukningen för en borrigg av modellen Geoelectric MTG5000 vara cirka 3000 L bränsle per år. Då Norconsult räknar antalet timmar en borrigg är i drift under ett visst uppdrag har därav denna årliga bränsleförbrukning omvandlats till genomsnittlig bränsleförbrukning per timme (0,34 L/h).

### End-of-life

För samtliga fordon och borriggar som används under ett uppdrag så råder olika förutsättningar för hur de omhändertags när de är uttjänta. Till exempel så omfattas alla bilar i Sverige av ett producentansvar, vilket innebär att de som producerat eller yrkesmässigt fört in en bil till Sverige har ansvar för att ta emot uttjänta bilar för korrekt avfallshantering. I detta sammanhang betecknar ordet bil, personbil, buss eller lastbil som inte överstiger en totalvikt på 3500 kg. Bilar innehåller komponenter som kan ha höga återvinningsmål. Utöver detta innehåller de även farliga ämnen såsom oljor, tungmetaller och batterier som behöver omhändertas på korrekt sätt. Från och med 2015 så är det producentens ansvar att se till så 95% av bilens vikt antingen återanvänds eller återvinns. Av den återvinning och återanvändning som avses så skall 85% av bilens vikt återanvändas eller materialåtervinnas. Därutöver ska producenten se till

att återanvändning prioriteras i första hand, därefter materialåtervinning och till sist energiåtervinning (Naturvårdsverket 2018). Tunga lastbilar omfattas å andra sidan inte av samma slags regulationer som för personbilar och mängden litteratur som täcker end-of-life hantering av uttjänta tunga fordon är begränsad (Saidani m. fl. 2020; Matuszewska, Wieczorek och Izabela 2020). Däremot, likt fallet för personbilar så brukar delar och material från den uttjänta lastbilen antingen gå till återanvändning, materialåtervinning eller energiåtervinning. Emellertid, på grund av storleksskillnaden samt en del skillnader i hur lastbilar och personbilar är konstruerade så skiljer sig demonteringsprocessen för lastbilar lite från demonteringsprocessen för bilar (Matuszewska, Wieczorek och Izabela 2020).

Vid återanvändning, återvinning och energiåtervinning kan besparingar av olika slag uppnås. Till exempel besparingar i bruk av jungfruligt material och energi för att tillverka nya komponenter. Följaktligen sker därmed även besparingar av växthusgasutsläpp. Dessa besparingar kan räknas med i livscykelanalyser och redovisas då ofta som negativa utsläpp då de ska representera de utsläpp som undviks genom att man till exempel använt återvunnet material istället för jungfruligt och därmed inte behöver använda energi för att förädla den jungfruliga råvaran.

Eftersom olika slags källor har använts för att fastställa klimatpåverkan för de fordon som ingår i denna studie så finns även en variation i hur klimatpåverkan från end-of-life redovisats i de olika källorna. För lastbilen som Norconsults speditör kör med (Volvo FH16), har VolvoTrucks egna beräkningsprogram använts. Här redovisas klimatpåverkan från end-of-life som en egen kategori, där utsläppen är negativa för att belysa hur stor mängd växthusgasutsläpp som besparas vid återanvändning och återvinning (VolvoTrucks u.å.a). Även i SCANIAS livscykelrapport som använts som LCI-underlag för klimatpåverkan från Norconsults egna lastbilar, redovisas klimatpåverkan från end-of-life som en egen kategori. Däremot har SCANIA valt att inte inkludera hur stor utsläppsbesparing som uppstår när material från lastbilen går till materialåtervinning (Dora och David 2020). Livscykelanalysen som använts för att beräkna klimatpåverkan från produktionen av de olika personbilar som ingår i denna studie har till skillnad från VolvoTrucks och SCANIA istället valt att inte redovisa klimatpåverkan från fordonens end-of-life som en separat kategori. Detta har istället inkluderats i siffran för respektive bils totala klimatpåverkan från produktion (Rosenfeld C., Lindorfer och Fazeni-Fraisl 2019). Till skillnad från inventeringsdatan för fordonen i denna studie så är information om borrhiggens klimatpåverkan försedd av Norconsults leverantör av borrhigg (Geomex Stockholms Geomekaniska AB) och som tidigare nämnt har de själva utfört klimatberäkningarna enligt Mike Berners-Lees modell. Detta har utförts ur ett vagga till grind perspektiv, vilket innebär att det inte finns någon information eller data på hur stor klimatpåverkan är från slutlig hantering av den uttjänta borrhiggen.

På grund av bristande enhetlighet bland livscykeldata för klimatpåverkan från hur fordonen och borrhiggarna hanteras vid end-of-life har det i denna studien antagits att inga besparingar av växthusgasutsläpp sker från slutlig behandling under lastbilarnas och borrhiggens end-of-life. För personbilarna har klimatpåverkan från detta livscykelstadium dock inkluderats. Bakgrunden till detta är som tidigare nämnt på grund av att källan som använts för att fastställa klimatpåverkan från produktion av respektive personbil inkluderat klimatpåverkan från end-of-life i sin LCI-data.

## Appendix C - Inventeringsdata

I tabell 9 nedan redovisas samtliga LCA-data som använts i studiens klimatberäkningar.



Tabell 9: Livsrykelsdata som använts för denna studies klimatberäkningar.

Uppdragstyp - alternativa transportmetoder	Avstånd mellan utgångspunkt och utredningsområde, enkel resa (km)	Antal arbetsdagar per uppdrag	Antal transporter med lastbil mellan utgångspunkt och utredningsområde per uppdrag	Antal transporter med personbil mellan utgångspunkt och utredningsområde	Avstånd mellan utredningsområde och hotell, enkel resa (km)	Antal transporter mellan utredningsområde och hotell per uppdrag	Totalt körd km med lastbil per uppdrag (km)	Totalt körd km med personbil per uppdrag (km)	Drifttid av borrhigg per arbetsdag (h/arbetsdagar)	Total drifttid med borrhigg per uppdrag (h/uppdrag)	
Lokala	100	5	1	2	-	-	100	1000	6	30	
Regionala	250	10	1	2	5	16	250	1080	6	60	
Långväga	750	30	1	2	5	48	750	9240	6	180	
Uppdragstyp - grundscenario	Avstånd - mellan utgångspunkt och utredningsområde, enkel resa (km)	Antal arbetsdagar per uppdrag	Antal transporter med egen lastbil mellan utgångspunkt och utredningsområde	Antal transporter mellan utgångspunkt och utredningsområde	Avstånd mellan utredningsområde och hotell (km)	Antal transporter mellan utredningsområde och hotell per uppdrag	Totalt körd km med lastbil (km)	Total drifttid med borrhigg per uppdrag (h/uppdrag)			
Lokala	100	5	2	2	-	-	1000	6			
Regionala	250	10	2	2	5	16	1080	6			
Långväga	750	20	2	2	5	48	6240	6			
Drivmedel	Emissionsfaktor (gCO <sub>2</sub> -ekv/MJ)	Emissionsfaktor (kgCO <sub>2</sub> -ekv/L)	Värmevärde (MJ/L)	Värmevärde (MWh/m <sup>3</sup> )							
Bensin MK1	89,1	2,92	32,76	9,1							
Diesel MK1	75,7	2,67	35,28	9,8							
HVO100	20,4	0,69	33,98	9,44							
EI (svensk elmix)	13	0,047									
Lastbil (speditörens fordon)	Utsläpp CO <sub>2</sub> Cradle-to-gate (kg)	Utsläpp CO <sub>2</sub> Cradle-to-gate (kg/km)	Bränsleförbrukning (L/100km)	Bränsleförbrukning (L/100km)	Lastbil (Norconsults egna fordon) (SCANIA P280DB4X2)	Utsläpp CO <sub>2</sub> Cradle-to-gate (kg)	Utsläpp CO <sub>2</sub> Cradle-to-gate (kg/km)	Bränsleförbrukning (L/100km)	Energiförbrukning (kWh/100km)		
Volvo FH16 Euro 6	21000	0,0175	28	28	18660,7	0,037	38				
Personbil	Utsläpp CO <sub>2</sub> Cradle-to-gate (kg)	Utsläpp (kg CO <sub>2</sub> /km)	Bränsleförbrukning (L/100km)	Energiförbrukning (kWh/100km)							
Volkswagen Passat Alltrack 2.0 Kombi	4600	0,023	6,7	16,5							
Volvo XC60 T6 SUV	5700	0,0285	6	20,6							
KIA EV6 GT LINE SUV	8800	0,044									
Borrhigg	Utsläpp CO <sub>2</sub> Cradle-to-gate (kg)	Utsläpp CO <sub>2</sub> Cradle-to-gate (kgCO <sub>2</sub> /h)	Bränsleförbrukning (L/h)								
MTG5000	239400	2,28	0,34								

## Appendix D - Resultat klimatberäkningar

I tabell 10 nedan redovisas resultaten från klimatberäkningarna i kg  $CO_2$ -ekvivalenter för samtliga delscenarier och uppdragstyper.

Tabell 10: Resultatet från studiens klimatberäkningar i kg  $CO_2$ -ekvivalenter.

Lokala uppdrag							
	Produktion av lastbil	Produktion av personbil	Produktion borrhigg	Bränsleanvändning i lastbil	Bränsleanvändning i personbil	Användning borrhigg	Totalt
A	2	23	68	75	179	27	374
B	2	23	68	75	179	7	354
C	2	23	68	19	179	7	299
D	2	23	68	19	46	7	166
A	2	29	68	75	183	27	384
B	2	29	68	75	183	7	363
C	2	29	68	19	183	7	308
A	2	44	68	75	10	27	226
B	2	44	68	75	10	7	206
C	2	44	68	19	10	7	150
Regionala uppdrag							
	Produktion av lastbil	Produktion av personbil	Produktion borrhigg	Bränsleanvändning i lastbil	Bränsleanvändning i personbil	Användning borrhigg	Totalt
A	4	25	137	187	193	55	601
B	4	25	137	187	193	14	560
C	4	25	137	49	193	14	422
D	4	25	137	49	50	14	279
A	4	31	137	187	197	55	611
B	4	31	137	187	197	14	570
C	4	31	137	49	197	14	432
A	4	48	137	187	10	55	441
B	4	48	137	187	10	14	400
C	4	48	137	49	10	14	262
Långväga uppdrag							
	Produktion av lastbil	Produktion av personbil	Produktion borrhigg	Bränsleanvändning i lastbil	Bränsleanvändning i personbil	Användning borrhigg	Totalt
A	13	213	410	561	1653	165	3014
B	13	213	410	561	1653	43	2893
C	13	213	410	146	1653	43	2477
D	13	213	410	146	429	43	1253
A	13	263	410	561	1690	165	3101
B	13	263	410	561	1690	43	2980
C	13	263	410	146	1690	43	2564
A	13	407	410	561	89	165	1644
B	13	407	410	561	89	43	1522
C	13	407	410	146	89	43	1107