



Nr C 552

November 2020



Hållbar elektromobilitet

Vad krävs för att eldrivna vägtransporter ska vara miljömässigt och socialt hållbara

Mats-Ola Larsson, Martin Persson, Mia Romare, Henrik Kloof

Författare: Mats-Ola Larsson, Martin Persson, Mia Romare och Henrik Kloo

Granskare: Lisbeth Dahllöf

Medel från: Världsnaturfonden WWF

Fotograf: Mats-Ola Larsson

Rapportnummer C 552

ISBN 978-91-7883-220-0

Upplaga: Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© **IVL Svenska Miljöinstitutet 2020**

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Innehållsförteckning

| | |
|---|----|
| Sammanfattning..... | 4 |
| Summary | 7 |
| 1 Varför denna studie | 10 |
| 2 Uppdrag och metod..... | 11 |
| 2.1 Uppdrag..... | 11 |
| 2.2 Metod..... | 11 |
| 2.3 Definitioner | 12 |
| 3 Hållbarhetsaspekter av elektromobilitet..... | 14 |
| 3.1 Generella aspekter | 14 |
| 3.1.1 Energiåtgång i ett systemperspektiv..... | 14 |
| 3.1.2 Klimatpåverkan i ett livscykelerspektiv..... | 16 |
| 3.1.3 Förbrukning av ändliga resurser | 18 |
| 3.1.4 Transporter | 20 |
| 3.2 Utvinning och förädling av råvaror..... | 20 |
| 3.3 Tillverkning av fordon och komponenter | 21 |
| 3.4 Infrastruktur och markanvändning | 25 |
| 3.5 Framställning och användning av el och vätgas | 27 |
| 3.6 Användning av fordon | 29 |
| 3.7 Återvinning och skrotning av material, fordon och infrastruktur | 30 |
| 4 Olika aktörers möjligheter att bidra till hållbar elektromobilitet..... | 33 |
| 4.1 Politiska beslutsfattare..... | 33 |
| 4.2 Fordonsindustri och batteritillverkare | 37 |
| 4.3 Aktörer som återbrukar batterier | 39 |
| 4.4 Aktörer som erbjuder el, vätgas och laddtjänster | 40 |
| 4.5 Köpare av fordon..... | 40 |
| 4.6 Köpare av transporttjänster | 42 |
| 4.7 Aktörer som upphandlar och utför kollektivtrafik..... | 43 |
| 4.8 Återvinningsföretag..... | 43 |
| 5 Rekommendationer | 43 |
| 6 Referenslista och litteraturlista | 47 |
| Bilaga 1 – Prognoser om utvecklingen av elfordon | 50 |
| Bilaga 2 – Olika typer av elfordon..... | 54 |
| Bilaga 3 - Matris med hållbarhetsaspekter | 56 |

Sammanfattning

IVL Svenska Miljöinstitutet har på uppdrag av Världsnaturfonden WWF Sverige gjort en översikt av vad som krävs för att uppnå en miljömässigt och socialt hållbar elektrifiering av vägtransportsektorn. Studien baseras på en multikriterieanalys av hållbarhetsaspekter för eldrivna fordon, energibärare och infrastruktur. Aspekterna beskriver olika steg i värdekedjan för produktion och användning av fordon. Analysen behandlar följande aspekter:

- Arbetsmiljö och mänskliga rättigheter
- Miljö- och hälsopåverkande utsläpp samt buller
- Brand, olyckor och läckage, risker för radioaktiv påverkan och oro för elektromagnetiska fält
- Ianspråktagande av naturmiljöer, landskap, kulturmiljöer och bebyggelse
- Användning av naturresurser och material
- Återanvändning och återvinning av komponenter och material i fordon, kringutrustning och infrastruktur
- Energianvändning och utsläpp av växthusgaser
- Energieffektivitet hos olika tekniker
- Markanspråk till vägar, infrastruktur, kraftverk, produktionsanläggningar och distributionssystem
- Trafikens inverkan på stadsmiljöer, bebyggelse, kulturmiljöer, landskap, kustmiljöer etc.
- Trafikolyckor, trängsel och köbildning
- Transporter av material, produkter och avfall till och från anläggningar

Utifrån multikriterieanalysen beskrivs ett antal hållbarhetsaspekter som är viktiga att fokusera på, och ett antal åtgärder för att styra i riktning mot en högre grad av hållbar elektromobilitet. Analysen mynnar ut i följande rekommendationer till viktiga aktörer.

Riksdag, regering och kommuner

Svenska politiska representanter bör bevaka revideringen av EU:s direktiv om återvinning av fordon så att det stimulerar en effektiv insamling och styr mot cirkulära flöden av material. Staten behöver fortsätta stödja uppbyggnaden av viss publik laddning som är av strategisk betydelse, exempelvis i lägen där kommersiella aktörer har svårt att hitta lönsamhet.

Regeringen bör införa lagstiftning som kräver socialt ansvarstagande i leverantörsleden. Man bör utreda möjligheten att införa en differentierad trängselskatt för nyttofordon. Regeringen bör också tillsätta en utredning om avståndsbaserad fordonsskatt för lätta och tunga fordon som anpassas till att eldrivna fordon har stora



miljöfördelar och att samhällskostnader från vägtrafik är högre i tätort än på landsbygd.

Reglerna för miljözon klass 3 bör utvecklas så det blir möjligt för kommuner att reglera lätta och tunga fordon separat. Kommuner som har rätt förutsättningar kan förbereda sig på att gradvis införa miljözon klass 3 i lämpliga områden.

Fordonsindustri och batteritillverkare

Tillverkningsindustrin behöver sträva efter att utveckla produkter med en hög grad av allmänt förekommande ämnen och ett lågt innehåll av sällsynta och konfliktrelaterade material. De behöver identifiera kritiska produktionsfaser och produkter samt ha rutiner för att säkerställa mänskliga rättigheter och förebygga barnarbete. Detta gäller för hela tillverkningskedjan och kräver därför en hög grad av samverkan med aktörer i olika led. Produkterna behöver utformas på ett sätt som underlättar återanvändning och återvinning och minimerar innehållet av kritiska eller konfliktrelaterade ämnen. Man bör också sträva efter att använda återvunna material.

Fordonstillverkarna kan också hjälpa sina kunder att ställa relevanta miljökrav och välja produkter som driver marknaden i hållbar riktning. Det kan göras genom att vara transparent och deklarerat innehållet av resurskritiska metaller och giftiga ämnen och deras klimatfotavtryck, och vilken livslängd som fordon och batterier förväntas ha.

Köpare av fordon

Fordonsköpare bör inte välja fordon med större batterier än vad användningen kräver för att minska utsläppen i tillverkningsledet och användningen av kritiska material. Man bör också välja energieffektiva modeller eftersom all energianvändning ger påverkan på människor och miljö.

Fordonsköpare kan ställa krav på att fordonssäljare tillhandahåller dokumentation som gör det möjligt att jämföra olika modellers miljöprestanda och klimatfotavtryck. Man kan också ställa frågor om hur tillverkare bedriver sitt arbete med att säkerställa en god återvinning av fordon, batterier och andra viktiga material. Man kan använda Bra Miljöval-el eller annan tredjepartscertifierad el-leverans vid laddning. Vid köp av personbilar med laddhybrid bör man välja modell som har låg bränsleförbrukning när bilen körs med förbränningsmotor.

Arbetsgivare bör avstå från att subventionera eldrivna förmånsbilar med argumentet att de är miljöanpassade. Elfordon medverkar lika mycket till trängsel och behov av väginfrastruktur som andra bilar. Dessutom skapar subventioner för bilanvändning ett ökat incitament att välja bort kollektivtrafik, cykel och gång, som alla är mer yteffektiva och miljöanpassade än bilresor.

Köpare av transporttjänster

Professionella transportköpare kan efterfråga elektrifierade miljöupplägg i upphandlingar och avtal. Ett upphandlingskrav för att gynna eldrift kan exempelvis vara att transportören ombeds erbjuda upplägg där den transportvolym som handlas upp kommer att utföras med eldrift någonstans inom transportörens verksamhet, men inte nödvändigtvis på den rutt som går till transportköparen. Det ger leverantören större möjlighet att införa elfordon i sin verksamhet och till lägre kostnad.



Transportköpare kan också kräva att leverantörer av transporttjänster uppvisar system som säkerställer miljömässiga och sociala krav, och att transportören i sin tur ställer sådana krav på underleverantörer.

De professionella transportköparna behöver samtidigt visa att man har en viss betalningsvilja för miljöanpassade och socialt ansvarstagande när man upphandlar transporttjänster. Dagens prispressade transportbransch har svårt att erbjuda miljöupplägg utan krav från köparna.

Kollektivtrafikaktörer

Upphandlare av kollektivtrafik kan öka andel bussar med eldrift. De kan också ställa krav på att trafikföretagen uppvisar miljövarudeklarationer, transparent hållbarhetsarbete och bra miljöprestanda hos de fordon som används.

Miljö- och människorättsorganisationer

Idéburna organisationer kan driva på för att regeringar ska utveckla regelverk och bindande krav så att producenter tar ansvar för förhållanden som rör miljö och mänskliga rättigheter i alla produktionsled.



Summary

IVL Swedish Environmental Research Institute has, on behalf of the World Wide Fund for Nature, WWF Sweden, made this overview of the prerequisites and possibilities for achieving sustainable electrification of the road transport sector. The study is based on a multi-criteria analysis on various sustainability aspects for electric vehicles, energy carriers and infrastructure. Aspects are described for different steps in the value chain for the production and use of vehicles. The analysis addresses the following aspects:

- Working conditions and human rights
- Environmental and health-related emissions and noise
- Fire, accidents and leaks, risks of radioactive impact and concerns about electromagnetic fields
- Exploitation and utilization of natural environments, landscapes, cultural environments and buildings
- Use of natural resources and materials
- Re-use and recycling of components and materials in vehicles, peripherals and infrastructure
- Energy use and greenhouse gas emissions
- Energy efficiency of various technologies
- Land use for roads, infrastructure, power plants, production facilities and distributional systems
- The impact of traffic on urban environments, cultural environments, landscapes, coastal environments, etc.
- Traffic accidents and congestion
- Transport of materials, products and waste to and from production plants

Based on the multi-criteria analysis, different sustainability aspects and possible measures are described. The analysis results in the following recommendations to some important stakeholders:

National Parliament, the Government and municipalities

The government should introduce legislation that requires social responsibility in the supply chains. The national parliament of Sweden should monitor the revision of the EU directive on vehicle recycling in order to stimulate a high grade of recycling and an efficient system of circular flows of materials. The government also needs to continue to support the expansion of certain public charging that is of strategic

importance, for example in locations where commercial actors find it difficult to establish charging points.

The government should investigate the possibility to require some form of consumer information about plug-in hybrid passenger cars so that the customers are given the opportunity to compare electric consumption in electric mode, the range with electric power, and gasoline or diesel consumption in combustion mode. The government should also explore the possibility of introducing a differentiated congestion tax for electric commercial vehicles. The government should also set up a study on distance-based vehicle tax for light and heavy vehicles, which shall take into concern the fact that electric-powered vehicles have great environmental benefits and that the societal costs from road traffic are higher in urban areas than in rural areas. The rules for Swedish Environmental zone class 3 permitting only electric and biogas-fuelled vehicles should be adjusted so it will be possible for municipalities to regulate light and heavy vehicles separately. Municipalities with the right conditions can prepare a gradual introduction of environmental zone class 3 in suitable areas.

Automotive Industry and Battery Manufacturers

The manufacturing industry of cars and batteries should strive to develop products with a high degree of elements that are common on Earth, and with a low content of rare and conflict-related substances. They need to identify critical production phases or critical products, and they need to have routines that can ensure human rights and prevent child labor. This applies to the entire production chain and therefore requires a high degree of collaboration with actors at various stages of the value chain. The products need to be designed in a way that facilitates second life and recycling, and that minimizes the content of critical or conflict-related substances. Efforts should also be made to use recycled materials where it is environmentally and technically motivated and possible.

Vehicle manufacturers can also help their customers to set ambitious environmental requirements and choose vehicles that drive the market towards a sustainable direction, by being transparent and declaring the content of critical or toxic substances in their products, their climate impact, and the expected life-span of vehicles and batteries.

Buyers of vehicles

In situations when companies or individuals purchase an electric vehicle, they should avoid vehicles with larger batteries than the use requires. This should be taken into account in order to reduce the climate impact from production, and the use of critical materials. Energy efficient models should also be chosen, as all energy use, also renewable energy, can have an impact on health and the environment.

Vehicle buyers should also demand from vehicle retailers that they should be able to provide documentation that makes it possible to compare the environmental performance and climate impact of different models in a life cycle perspective. You can also ask questions about the manufacturer strategies to ensure a good recovery of vehicles, batteries and important materials.

When purchasing a plug-in hybrid passenger car, customers can choose a model that consume as little fuel as possible when battery is low, and the car is driven with an



internal combustion engine. When charging, car users can use climate-neutral electricity, if possible, from a supplier that is third-party certified.

Employers should not subsidize the employees' driving or parking with tax-benefit cars, with the argument that they are electrically powered and thus environmentally friendly. Electric vehicles also contribute to congestion and increased need for road infrastructure. In addition, this type of subsidy creates increased competition with traveling by public transport, by bicycle and walking, all of which are more space efficient and less polluting than car travels.

Buyers of transport services

Companies that buy transport services can demand that their suppliers use electrified vehicles in procurement and business agreements. They can demand that transport service providers have implemented systems that ensure environmental and social care, and that the carriers in their turn have similar requirements on their subcontractors.

Transport buyers also need to show that they have a willingness to pay for environmentally adapted and social responsibility when purchasing transport services.

Public Transport Operators

The contractors of public transport can gradually increase the share of electric powered buses. They can also demand that the contracted transport companies are able to show environmental product declarations or similar documentation that fulfil certain environmental performance of the vehicles used.

Environmental and human-right organizations

Non-governmental organizations can push for governments to develop regulations and requirements on producers to take responsibility for environmental and human rights issues at all stages of production. Experiences from similar work in other product areas can be used to influence the design of management systems that can be used by key stakeholders in electromobility.

1 Varför denna studie

Den storskaliga introduktionen av eldrivna vägfordon som nu påbörjats kommer att minska miljöstörningarna från vägtrafik kraftigt. Övergången till eldrivna vägtransporter är angelägen och behöver påskyndas.

Eldrift ger många miljöförbättringar

Utsläppen av hälsofarliga ämnen minskar, liksom den ohållbara och klimatförstörande användningen av fossila drivmedel. När elmotorer ersätter förbränningsmotorer minskar också efterfrågan av bioråvaror till drivmedel och det i sin tur minskar konflikterna med naturvård och biologisk mångfald.

Elfordon är mer energieffektiva och de bullrar mindre i tätorter. Många bedömare anser att elfordon kommer bli billigare att både tillverka och köra än dagens fordon i takt med att volymerna ökar och kostnaderna sjunker, inte minst för batterier. Eldrift är dessutom enklare att integrera med avancerade automatiska system och förarlös körning.

När alltfler fordon drivs med el minskar behovet av brandfarliga flytande drivmedel. Distributionen av energi till vägfordon ersätts av el i ledningar, något som är betydligt säkrare och effektivare än tankbilar som transporterar brandfarliga vätskor längs vägarna. Alla dessa fördelar med eldrift – och många fler – beskrivs i olika sammanhang¹.

Denna rapport fokuserar på de hållbarhetsfrågor som är specifika för eldrift

Denna rapport fokuserar endast på de hållbarhetsaspekter som trots allt återstår även när fordon drivs med el. Det finns många aspekter som behöver fortfarande hanteras för att få en genuint hållbar elektromobilitet.

Att denna rapport fokuserar på elfordonens utmaningar ska inte uppfattas som att författarna påstår att elektromobilitet är oönskad eller sämre än dagens system, tvärtom. Men att byta drivsystem är inte tillräckligt. Det krävs också betydligt större hänsyn till mänskliga rättigheter, arbetsmiljö och långsiktiga behov av naturresurser. Nya material, nya energibärare och en annan typ av infrastruktur kan skapa nya problem med dålig arbetsmiljö vid utvinningen av material eller klimatpåverkan från elkraftproduktion. Eldrivna kan också öka risken för trängsel eftersom körkostnaderna är lägre.

Syftet med denna rapport är att beskriva vilka hållbarhetsaspekter som är förknippade med elfordon, och vad som kan göras för att minska konflikterna. En hel del av dessa hållbarhetsaspekter gäller för övrigt även tillverkning och användning av konventionella fordon, och frågeställningarna kan tillämpas brett.

¹ Exempel på information om miljöfördelar med eldriven mobilitet är underlag från branschorganisationerna Bil Sweden (2020) och Powercircle (www.emobility.se); rapporter från Trafikverket (2016), Energimyndigheten (2017) och Klimatpolitiska rådet (2019); samverkansprojekt som KNEG (www.kneg.org); samt ställningstaganden från idéburna organisationer som Gröna Bilister, Naturskyddsföreningen, Elbil Sverige och Världsnaturfonden WWF.

2 Uppdrag och metod

2.1 Uppdrag

I december 2019 fick IVL Svenska Miljöinstitutet i uppdrag av Världsnaturfonden WWF Sverige att göra en översikt av de aspekter som behöver hanteras för att möjliggöra en hållbar elektrifiering av vägtransporterna. Rapporten behandlar eldrivna bilar, lastbilar och bussar som används i Sverige. De fordonstyper som behandlas är batterifordon, bränslecellsfordon som drivs med vätgas och elfordon för elvägar. Tillverkning och återvinning av råvaror, komponenter och fordon antas ske på en internationell marknad.

Uppdraget är att beskriva och värdera de hållbarhetsfrågor som bedöms vara väsentliga för olika aktörer. Rapporten ska också ge exempel på hur de aktörer som berörs mest kan integrera olika hållbarhetsaspekter i sina strategier för att bidra till en ökad elektrifiering av transportsektorn.

2.2 Metod

Studien inleddes med en multikriterieanalys av olika hållbarhetsaspekter av eldrivna fordon, energibärare och infrastruktur. Multikriterieanalysen redovisas i bilaga 3. Där beskrivs hållbarhetsaspekter för olika stegen i värdekedjan för elektromobilitet. Värdekedjan har delats in i följande steg:

- Utvinning och förädling av råvaror
- Tillverkning av fordon och komponenter
- Framställning och distribution av el och vätgas
- Infrastruktur och markbehov
- Användning av fordon
- Återvinning och skrotning av material, fordon och infrastruktur

Metoden att göra en multikriterieanalys har använts för att kunna jämföra och prioritera olika hållbarhetsaspekter och aktörer. Ambitionen har varit att ge en överblick av de viktiga hållbarhetsaspekter som kan knytas till tillverkning, användning och skrotning av fordon.

Studien fokuserar på de hållbarhetsfrågor som bedöms vara mest relevanta för den växande marknaden för eldrivna vägfordon. Utöver multikriterieanalysen ingår litteraturstudier och intervjuer med representanter för Amnesty Sverige, Northvolt, AB Volvo och Swedish Electromobility Centre. Utifrån dessa underlag har vi gjort en kvalitativ analys av hållbarhetsaspekter och åtgärder som krävs för att styra mot hållbar elektromobilitet.

2.3 Definitioner

Vilken typ av elektromobilitet behandlas

Med elektromobilitet avser vi ett system där vägfordon och infrastruktur baseras på elektrisk framdrivning. Studien behandlar personbilar, bussar och lastbilar för civil trafik av människor och gods.

Studien behandlar system med fordon som drivs av el som antingen lagras i batteri, distribueras längs elvägar eller produceras med hjälp av vätgas i bränsleceller. Dessa sätt att driva elektrifierade vägfordon är de enda som utvecklas i stor skala för närvarande. Det är möjligt att driva bränsleceller för fordon med annat än vätgas, exempelvis metanol (Ridell och Pohl 2019) men sådana system behandlas inte i denna studie.

Antaganden om marknader och aktörer

Vi har utgått från att elektromobilitet kommer att slå igenom brett i ett europeiskt perspektiv. Vi har utgått från att fordon och komponenter tillverkas och återvinns globalt. Material till infrastruktur, fordon och kringutrustning utvinns och förädlas på en global marknad.

Däremot har vi utgått från att den el och värme som används i produktionsleden genereras där anläggningarna ligger. Eftersom framställning och bearbetning av råvaror till färdiga produkter sker på olika håll i världen så varierar energimixen lokalt, men på internationell nivå är merparten av energiomsättningen i dagläget fossil och det är vår utgångspunkt. Elen som används för att driva fordon på svenska vägar antas vara producerad i Sverige eller Norden, och om anläggningarna använder fossila bränslen antas anläggningarna ingå i EU:s utsläppshandelssystem.

Merparten av fordon, infrastruktur och annan kringutrustning antas komma att skrotas eller återvinnas i Sverige eller Norden. Återvinning av bränsleceller, batterier och deras komponenter antas ske internationellt.

Vilka hållbarhetsaspekter beaktas

De hållbarhetsaspekter som behandlas är följande:

- En förvaltning av naturresurser som är långsiktigt uthållig och miljömässigt hållbar
- Bevarandet av värdefulla naturmiljöer, livsmiljöer och kulturlandskap
- Hänsyn till biologisk mångfald
- Utsläpp till mark, luft och vatten
- Hälsa och välbefinnande
- Minimera omsättningen av skadliga ämnen
- Säkerställa socialt välbefinnande, rimliga arbetsvillkor och mänskliga rättigheter.



Vårt perspektiv baseras på FN:s hållbarhetsmål i Agenda 2030. Det är 17 övergripande hållbarhetsmål vilka sin tur är nedbrutna i ett antal delmål. Denna rapport berör hållbarhetsmålen om god hälsa (mål 3), rent vatten (6), hållbar energi (7), anständiga arbetsvillkor (8), hållbar industri, innovationer och infrastruktur (9), hållbara städer och samhällen (11), hållbar konsumtion och produktion (12), klimatförändringar (13) samt ekosystem och biologisk mångfald (15).

Avgränsningar till andra drivsystem

Denna rapport behandlar endast förutsättningarna för att styra mot hållbar elektromobilitet. Många hållbarhetsaspekter är minst lika påtagliga för fossilbaserade fordon och transportsystem. Vissa aspekter är gemensamma eller snarlika, några är unika för fossila system, andra är speciella för elfordon och elkraft. Vi gör ingen analys av miljöpåverkan från förbränningsmotordrivna system och ingen systematisk jämförelse med andra fordonstyper, även om elfordon jämförs med förbränningsmotorfordon i några avseenden. Utgångspunkten är att miljö- och klimatpolitiken kräver en övergång till en hög andel eldrivna vägfordon och det är utgångspunkten för analyserna.

3 Hållbarhetsaspekter av elektromobilitet

Detta kapitel innehåller en genomgång av viktiga hållbarhetsaspekter för eldrivna vägfordon och de system som behövs för att förse dem med energi och infrastruktur. Beskrivningarna utgår från multikriterieanalysen som redovisas i bilaga 3.

Beskrivningen följer värdekedjans olika steg. Värdekedjan beskrivs i avsnitt 2.2. För varje steg i värdekedjan beskrivs de aspekter som bedöms vara viktigast. Rubriker och aspekter varierar utifrån den verksamhet som beskrivs.

Frågor om energianvändning, klimatpåverkan och resursanvändning återkommer på olika nivåer i värdekedjan. De sammanfattas därför i ett inledande avsnitt.

Vissa aspekter är mycket översiktligt beskrivna medan andra beskrivs mer ingående. De fördjupade avsnitten fokuserar på sådana frågor som är av stor vikt för att uppnå hållbar elektromobilitet, och där berörda aktörer bedöms ha ett särskilt ansvar eller särskilda möjligheter att påverka utvecklingen.

Detta kapitel beskriver förutsättningar och svårigheter. Nästa kapitel (4) beskriver olika möjligheter att hantera dessa hållbarhetsaspekter.

3.1 Generella aspekter

3.1.1 Energiåtgång i ett systemperspektiv

Verkningsgrad hos elfordon jämfört med förbränningsmotor-fordon

Verkningsgraden är ett mått på hur mycket av den tillförda energin i ett fordon som resulterar i transportarbete. Eldrivna fordon med batterier har mycket högre verkningsgrad än fordon med förbränningsmotor. Detta är en stor miljöfördel eftersom all energiproduktion kan påverka hälsa och miljö.

I ett fullelektriskt fordon kan 60-80 procent av elen från elnätet nyttiggöras som rörelse i hjulen, beroende på batteri och fordonstyp. Energiförlusterna är mycket högre i ett fordon med förbränningsmotor. Där omvandlas endast 25-40 procent av drivmedlets energi till rörelse i hjulen beroende på typen av motor, fordonsslag och användningsområde (Karlsson 2014). Resten blir värmeförluster.

Bränslecellsfordon intar en mellanställning. Verkningsgraden i bränslecellen är ungefär 60 procent (Vätgas Sverige 2013). Ungefär en tredjedel av den lagrade energin i vätgas förloras som värme vid omvandlingen av vätgas till el i bränslecellen.

Elvägar är ett specialfall. Fordonen kräver mindre batterier än fullelektriska batterifordon och är därmed lättare och mindre energikrävande, både vid tillverkning

och drift. Förlusterna från elnätet till fordonet är relativt små, dock något högre med induktiv överföring än med konduktiv. Å andra sidan behövs mer energi för att tillverka, etablera och underhålla en infrastruktur för elvägar än för enstaka laddpunkter. Nettoeffekten beror på vilka system som studeras, men systemen har fortfarande hög energieffektivitet.

Naturligtvis varierar effektiviteten även vid tillverkning av fordon, batterier och bränsleceller. Men eftersom en stor andel av energin används under användarfasen spelar tillverkningen mindre roll i ett livscykelperspektiv. Typen av fordon och drivmedel till drift avgör verkningsgraden.

Energieffektivitet vid produktion av el och vätgas

Den högsta energieffektiviteten uppnås när el genereras direkt från flödande energikällor som vindkraft, vattenkraft och solceller som sedan distribueras i ledningsnät och laddas ner i ett fordonsbatteri eller levereras till ett elvägsfordon. Det är inte relevant att tala om verkningsgrader för alla typer av förnybar energi, men för moderna vattenkraftverk är elverkningsgraden ungefär 95 procent (Byman 2015).

När el produceras i kraftverk som eldas med kol, olja, gas eller biobränslen är elverkningsgraden 35-60 procent beroende på process (Byman 2015). I kärnkraftverk omvandlas ungefär en tredjedel till el och resten behöver kylas bort (Byman 2015).

Det går krävs också energi för att odla och förädla biobränslen. På motsvarande sätt krävs energi för att utvinna och förädla fossila råvaror.

Förnybar vätgas kan framställas genom elektrolys av vatten från el som produceras av vindkraft eller vattenkraft. Vid elektrolys avgår 30-40 procent av elenergin i värmeförluster (myfuelcell 2020).

Det sker också vissa förluster vid överföring i elnät och laddning till batterier.

Energiåtgången för att framställa bensin och diesel genom utvinning av råolja, raffinering och transport till användaren motsvarar ungefär 20 procent av innehållet i det färdiga drivmedlet (Transport and Environment 2018).

Summering av energiaspekter

- Eldrivna fordon med batterier samt elvägsteknik har högst verkningsgrad i ett systemperspektiv.
- Elfordon som drivs med el från flödande källor ger i medeltal ungefär 3 gånger högre "energieffektivitet" än fordon som drivs konventionellt med diesel och bensin. Med effektivitet avser då den del av den infångade eller lagrade energin som omvandlas till transportarbete.
- Även fullelektriska bilar som drivs med el från bioråvara, fossila bränslen och uran kan ha större "energieffektivitet" än bensin- och dieselfordon, men här är skillnaderna måttliga.
- Ju mindre förluster som uppstår i värdekedjan, desto bättre från hållbarhetssynpunkt. Detta gäller även om elektricitet framställs

från förnybara källor. All omsättning av material och energi ger någon form av påverkan på miljö och hälsa.

- Det är alltid hållbart att gå från fossil till flödande energi. Detta gäller även om man i ett enskilt fall får en lägre systemverkningsgrad. Energittillförseln måste vara förnybar för att vara miljömässigt uthållig.

3.1.2 Klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv

I avsnitt 3.3 nedan beskrivs varför dagens produktion av fullelektriska bilar ger högre klimatpåverkan än motsvarande bensin- och dieslbilar. Detsamma gäller för tunga fordon. Men energiåtgången i ett livscykelperspektiv är mycket högre under fordonens användning än vid tillverkningen. Ett fordonens totala klimatfotavtryck i ett livscykelperspektiv bestäms därför i högre utsträckning av vilket bränsle som används under färd, respektive vilken el som driver fordonet.

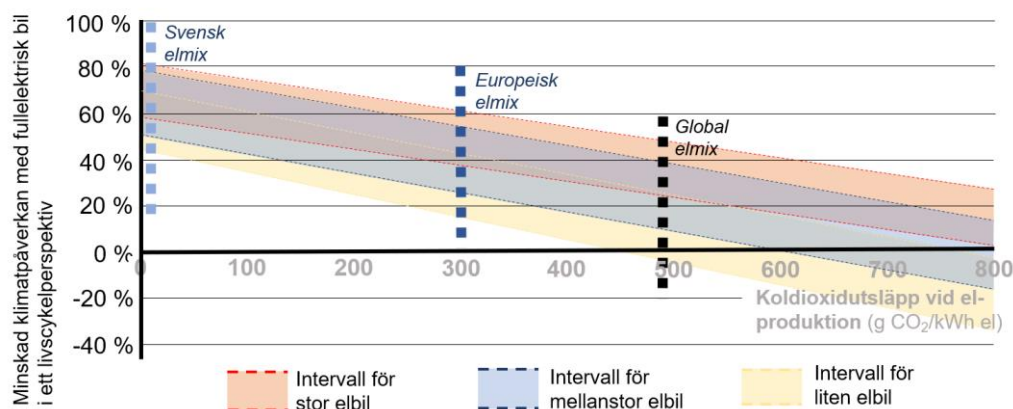
I litteraturen förekommer diverse uppgifter om klimatpåverkan från elfordon och fordon med förbränningsmotor. Sådana beräkningar kräver ett antal antaganden som kan ge olika resultat. Här är några exempel på sådana faktorer:

- *Drivmedlets beskaffenhet.* Drivmedel framställs av olika råvaror. Dagens kvalitet av svensk diesel ger exempelvis 10-20 procent lägre klimatpåverkan än diesel i många andra EU-länder eftersom vi har en hög andel biodrivmedel. Diesel som framställs från skifferolja ger mycket högre klimatpåverkan än från konventionella oljekällor.
- *Fordonets energikonsumtion.* Den snålaste fossilbilen konsumerar betydligt mindre drivmedel än genomsnittet i samma storlek. Skillnader i motortyp, förekomst av elhybridteknik, fordonets vikt, motorstyrka, växellåda och aerodynamik påverkar bränsleförbrukningen. Förbrukningen kan exempelvis variera 30-50 procent hos konventionella bilmodeller med förbränningsmotor i samma storleksklass.
- *Elproduktion.* Om en beräkning utgår från att en elbil laddas med el från kolkraft blir klimatpåverkan mycket högre än om elen kommer från förnybara källor. En batterifabrik som drivs med förnybar el ger lägre klimatpåverkan än dagens genomsnitt för batterifabriker.
- *Batteri.* Klimatpåverkan påverkas av metallinnehåll, batterisammansättning, batteriets storlek och produktionsmetoder. Även metoder för återvinning spelar roll.
- *Livslängd hos fordon och batteri.* Ju längre tid en bil körs innan skrotning, desto mindre roll spelar klimatpåverkan i tillverkningsledet. Om det krävs ett batteribyte under elbilens livslängd kommer det påverka kalkylen påtagligt.

Punkterna ovan visar att många faktorer kan påverka beräkningarna av klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv. Därför kan det vara mer pedagogiskt att ange ett intervall än ett enstaka värde. I *Global EV Outlook* (IEA 2019 b) presenteras en graf med intervall för personbilar som körs 15.000 mil innan skrotning. Se figur 6. Där

tar man hänsyn till storleken på bil och batterier, utsläpp vid batteritillverkning samt vilken el som används under drift. Enligt detta sätt att räkna minskar en elbilsägare sin klimatpåverkan mellan 45 och 80 procent genom att välja elbil om man räknar med svensk elmix, beroende på bilstorlek och batteri. På EU-nivå är skillnaden lägre, och med dagens globala energimix är klimatnyttan högst 50 procent.

Figur 6: Klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv från en fullelektrisk elbil och jämförbar bil med förbränningsmotor med hänsyn till bilstorlek, batteriproduktion och elmix.



Efter (IEA 2019 b, sid 162). Övre gräns i intervallet motsvarar en fullelektrisk elbil med räckvidd 20 mil och klimatpåverkan vid tillverkning av batterier motsvarande 50 kg CO₂-eq/kWh. Lägre gräns motsvarar elbil med 40 miles räckvidd och batteriproduktion motsvarande 150 kg CO₂-eq/kWh. Batteriteknik NMC111. Koldioxid från elgenerering (x-axeln) avser el som används under körning. Körsträcka 1.500 mil per år, livslängd 10 år. Övriga förutsättningar, se referensen. Linjerna om elmix är inte från originalkällan utan är inlagd av författarna. Svensk elmix anges enligt Energimyndigheten (2019 c), europeisk elmix enligt EEA (2019) och global elmix enligt IEA (2019 c).

I takt med att klimatpåverkan kommer att minska från elsektorn under kommande decennier sjunker givetvis klimatpåverkan från laddning av elbilar. Både EU:s utsläppshandel och klimatavtal inom FN innebär för att utsläppen från elproduktion kommer minska. I en studie från Transport and Environment (2020) tar man hänsyn till detta. Där räknar man med att andelen el inom EU som produceras från förnybara källor kommer att öka från 35 procent år 2019 till 74 procent år 2040, och att växthusgasutsläppen under samma period sjunker från ungefär 300 gram per kWh el (som i figuren ovan) till drygt 80 gram. Med deras framåtblickande perspektiv, och ett antal förutsättningar om bilanvändningen under den perioden, kom man fram till att klimatpåverkan från tillverkning och användning av de elbilar som såldes i EU år 2020 i medeltal kommer ge 60 procent lägre klimatpåverkan under sin livslängd jämfört med motsvarande bensin- och dieselbilar.

Ytterligare ett räkneexempel kommer från IVL Svenska Miljöinstitutet, Bil Sweden, Powercircle och Motorbranschens Riksförbund (Powercircle 2019). Man tog fram ett enkelt schablonvärde för eldrivna personbilars klimatpåverkan på svenska marknaden. Enligt dessa beräkningar kommer liten fullelektrisk bil som används i Sverige minska sin klimatpåverkan med totalt 60–70 procent under sin livstid, jämfört med motsvarande fossildriven bil. Man har då antagit att elbilen körs 18 000 mil och

utgått från dagens teknik i gruva och tillverkning samt inkluderat återvinning av batteri men inte räknat med återbruk av batteriet.

Klimateffekten av fler elbilar och EU:s handel med utsläppsrätter

Värderingen av klimatpåverkan från en elbil avgörs i hög grad av vilket perspektiv man anlägger. En elbilsägare kan betrakta sin klimatpåverkan på olika sätt. Man kan teckna avtal om förnybar el och anse att den el som används inom avtalet är den som krävs för att köra bilen. Därmed uppstår nästan ingen klimatpåverkan från körningen. Det representerar ett efterfrågeperspektiv.

Man kan istället anse att klimatpåverkan från en elbil i Sverige bör beräknas på svensk elmix eftersom det representerar medelvärdet för el. Eller, med ett annat resonemang kan man anse att utsläppen bör beräknas enligt genomsnittet för EU eftersom elmarknaderna är sammankopplade. Dessa synsätt utgör ett genomsnittsperspektiv.

Man kan också argumentera för att ytterligare en elbil som laddas på elmarknaden ska bedömas utifrån vilken extra el som kommer att produceras när efterfrågan är som högst och toppkraft krävs. Det är ett marginal-el-perspektiv.

Det är svårt att slå fast vilket perspektiv som är korrekt. Detta är delvis en värderingsfråga. Men på systemnivå kan man argumentera för att den förda klimatpolitiken bestämmer effekten. Alla större elkraftverk som släpper ut koldioxid inom EU ingår i ett handelssystem med utsläppsrätter. Systemet har ett utsläppstak där varje ton koldioxid som släpps ut måste motsvaras av en utsläppsrätt. Taket sänks succesivt genom att antalet tillgängliga utsläppsrätter inom EU minskar med ungefär två procent per år. Med dagens regelverk kommer alla utsläppsrätter vara utfasade till ungefär år 2050. Om man utgår från att någon form av europeiskt system för handel kommer att finnas och att det har gradvis sjunkande antal utsläppsrätter, så kan en ökande efterfrågan på el till elfordon inom EU i princip inte resultera i ökade utsläpp av växthusgaser. Detta eftersom utsläppen från elproduktion begränsas av handelssystemet. Effekten av fler elbilar borde istället snarare resultera ett högre pris på utsläppsrätter, en högre produktion av el från kraftverk som inte släpper ut koldioxid, högre elpriser, en snabbare takt på energieffektiviseringar, eller troligast en kombination av flera effekter.

3.1.3 Förbrukning av ändliga resurser

Material till fordon och batterier

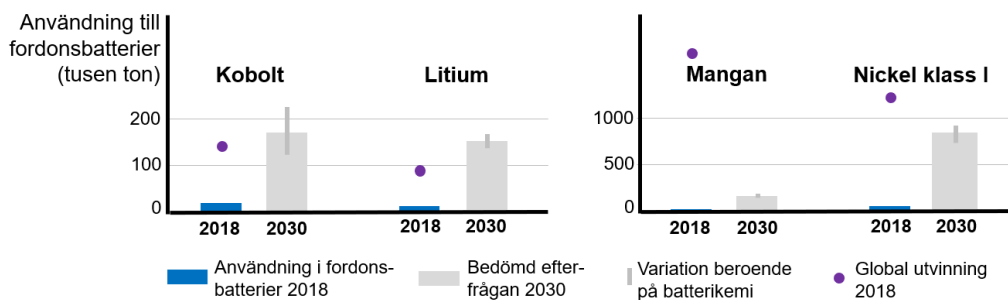
Fordon, infrastruktur och energibärare skapar ett stort och ökande behov av mineral, oljebaserade produkter och bioråvaror. För att nå uthålliga nivåer av resursuttag behöver en så stor andel som möjligt av materialanvändningen inriktas mot ämnen som är vanligt förekommande i jordskorpan och enkla att utvinna, förädla och återvinna.

Viktiga material till fordon är stål, aluminium, koppar, litium, neodym, platina och kobolt samt olika plaster, kemikalier och mineraloljeprodukter. Sällsynta och kritiska material används bland annat i batterier, elektronik, katalysatorer och bränsleceller och som legeringsämnen i stål. Sådana ämnen och material behöver återanvändas och återvinnas i mycket större utsträckning än idag. Det förutsätter att branschens aktörer

tar nya marknadsinitiativ för att öka hållbarhetsnivån och att sällsynta material ersätts med vanliga. Det behövs också lagstiftning och internationell reglering som kan säkerställa att produkter tillverkas på ett sätt som gör det enkelt att återanvända och återvinna. En hög andel av resurserna och förädlingsvärdet ska kunna tas tillvara.

Ett exempel är metaller till elfordonsbatterier. Användningen kommer öka mycket kraftigt i takt med att elektrifieringen slår igenom, se figur 7. Det finns farhågor om att det uppstår brist på vissa viktiga ämnen, bland annat kobolt, om inte nya gruvor öppnas snabbt. En annan farhåga är att de nya gruvor som behövs kan etableras i miljöer där de orsakar lokala skador.

Figur 7: Årligt behov av material till batterier om den globala elfordonsmarknaden utvecklas enligt IEA:s new policy scenario.



Efter (IEA 2019 b, sid 133). Den blå stapeln visar användningen av fyra viktiga metaller till elbilsbatterier år 2018. Den lila punkten visar global efterfrågan av ämnet till samtliga ändamål 2018. Den grå stapeln visar IEA:s bedömning av behovet till elfordonsbatterier år 2030 om antalet elfordon utvecklas enligt deras new policy scenario, ett scenario som innebär att hittills fattade beslut och målsättningar genomförs. Bedömningen innehåller ett intervall som beror på vilka batterikemier som används och hur de används i olika fordonstyper. Se referensen för detaljer. Notera att behovet av kobolt och litium enbart till elfordonsbatterier i detta scenario skulle överstiga dagens globala uttag till samtliga ändamål.

Den globala efterfrågan på vissa ändliga resurser och värdefulla metaller kan begränsa möjligheterna för kommande generationer att utveckla sina samhällen och verksamheter, åtminstone med nu känd teknik. På lång sikt kan det uppstå resursbrist på många metaller, även vanligt förekommande, så som de idag används globalt. Det är omöjligt att bedöma om den förväntade exploateringsgraden av resurser till elfordon kan bli alltför hög i förhållande till framtida behov. Men det är inte osannolikt att nuvarande omsättningshastighet av vissa material är alldeles för hög för att vara uthållig i ett längre perspektiv. Även med hög grad av återvinning blir det alltid läckage av material ur det tekniska systemet.

För att minimera behovet av nya material till batteritillverkning är det väsentligt att kvaliteten på de material som framställs i återvinningsprocesser är tillfredställande. Ett sätt att åstadkomma detta är att anpassa processerna redan från början så att uttjänta batterier kan användas som råvara. Ett annat sätt är att utforma återvinningen så att återvunna material uppfyller batteritillverkarnas kvalitetskrav på inkommande material. Med nuvarande återvinningsprocesser är det inte alltid som återvunna material går att återföra till samma ändamål eller funktion. Återvinnningssystemen behöver så långt möjligt byggas så att kedjan av resursanvändning fungerar. Detta förutsätter i sin tur ett ökat samarbete mellan lagstiftare, tillverkare och återvinnare.

Eftersom material i produkter i realiteten aldrig återanvänds till 100 procent är det nödvändigt att samhället kombinerar höga krav på återvinning med ett effektivt användande av resurser. Det betyder att vi i framtiden behöver prioritera delningstjänster, kollektivtrafik, effektiva transportupplägg och transporteffektiv infrastruktur även om transporterna är elektriska. Den typen av effektiva transportlösningar ger mer transport per utvunnen enhet material.

Material till infrastruktur

För att anlägga vägar, parkeringsytor och infrastruktur för laddning och vätgastankning krävs bergmassor, ändliga, sällsynta eller kritiska material, stål, betong med mera. Infrastruktur för att överföra elektricitet innehåller koppar. Vätgastankställen kräver stål eller kolfibermaterial med goda hållfasthetsegenskaper.

3.1.4 Transporter

Gruvindustrier och täktverksamhet är transportintensiva verksamheter. Råvaror och halvfabrikat behöver transporteras till olika bearbetningsanläggningar och insatsråvaror kan transporteras lång väg till bearbetningsanläggningar. Färdiga produkter ska fraktas till nästa del i värdekedjan där fordonsfabriker eller battericellsproduktion kan ligga i en annan del av världen. Även till framställning och underhåll av fordon, infrastruktur och återvinning krävs transporter.

I transportkedjan kan förekomma dålig arbetsmiljö, osäkra anställningsvillkor eller dåligt skydd för mänskliga rättigheter i vissa länder och regioner.

Transporterna kan ge lokala miljöstörningar och utsläpp av växthusgaser. Sjöfartstransporter är jämförelsevis energieffektiva, men svaga internationella miljökrav på drivmedel gör att reglerna för internationell sjöfart fortfarande tillåter mycket höga utsläpp av försurande och hälsofarliga ämnen. Från 2015-2020 har dock kraven skärpts i nordamerikanska och europeiska vatten. Men fortfarande ger sjöfarten även i dessa vatten upphov till större utsläpp av hälsofarliga och försurande ämnen per transporterad enhet än vägtransporter.

3.2 Utvinning och förädling av råvaror

Detta avsnitt beskriver några aspekter av storskalig utvinning av material till elfordon och elinfrastruktur. Det finns andra typer av råvaruutvinning med liknande problematik som inte tas upp här, exempelvis utvinning av olja till smörjmedel och plaster i elfordon samt bitumen till infrastruktur. Avgränsningen görs för att fokusera på de frågor som är mest centrala för elektromobilitet.

Naturmiljöer, levnadsförhållanden och biologisk mångfald

Gruvning, marktäkter och oljeindustri påverkar ofta den lokala miljön kraftigt. Verksamheterna omdanar landskap, tar naturmiljöer i anspråk och påverkar biologisk mångfald negativt. Människors levnadsmiljöer och förutsättningar lokalt för att bedriva jord- och skogsbruk kan påverkas negativt eller omintetgöras. Miljökraven på denna typ av verksamheter är sällan tillräckliga för att skydda omgivningen helt från miljöstörningar. Det är ofta stora problem med buller, damning, giftigt lakvatten, andra luftföroreningar och deponier av överblivet material. När nya gruvor och täkter



öppnas finns en risk för att områden som har höga natur- eller kulturvärden tas i anspråk.

Arbetsmiljö och sociala hänsyn

Gruvdrift är kopplat till betydande arbetsmiljörisker. För att minimera dem krävs fungerande myndigheter som ger tillstånd och utövar tillsyn. Gruvföretag måste ha god kompetens, tillämpa ledningssystem och använda utvinningstekniker med hög miljöprestanda.

Gruvdrift har ofta en betydande social påverkan dels genom de arbetsvillkor som gäller för arbetare och leverantörer, dels genom påverkan på omkringliggande samhällen och regioner. Exploatering av gruvfyndigheter innebär alltid en risk för konflikter kring mark- och vattenresurser. Om gruvbrytning ska kunna ske med bättre sociala förutsättningar måste sådana konflikter lösas och det är också väsentligt att intressenter, såväl lokalt som nationellt, får ta del av de mervärden som genereras från mineralutvinningen.

Korruption och mänskliga rättigheter

Korruption, svagt rättsskydd och otillräckliga regelverk förekommer i vissa länder och regioner. Det leder till att lokal påverkan och sociala effekter ofta blir oacceptabelt höga i fattiga delar av världen. Efterlevnaden av regler och föreskrifter i vissa regioner är dessutom många gånger svag. I länder där småskalig mineralutvinning förekommer förvärras problemen eftersom verksamheten sällan är tillräckligt reglerad. Exempel på länder och regioner med denna typ av utmaningar är Demokratiska Republiken Kongo och den s.k. litiumtriangeln i Bolivia, Chile och Argentina.

Utvinningen av kobolt skiljer ut sig som särskilt problematisk när det gäller arbetsmiljö och sociala förhållanden. En stor del av den nuvarande globala utvinningen sker i Demokratiska republiken Kongo. Väsentliga negativa effekter från den verksamhetens är framförallt kopplade till dåliga arbetsvillkor och en dålig arbetsmiljö. Utöver detta finns problem med barnarbete och tvångsförflyttningar av samhällen. Problemen är särskilt omfattande inom småskalig gruvverksamhet.

Klimatpåverkan från mineralutvinning och förädling

Gruvdrift och mineralförädling är energikrävande och transportintensiva branscher. En del av klimatpåverkan från tillverkningsleden kommer från utvinning och förädling av material. Som exempel kan nämnas klimatpåverkan från tillverkningen av ett genomsnittligt litiumjonbatteri till en personbil, där hälften av klimatpåverkan idag uppstår vid brytning och förädling fram till batterikvalitet medan resterande klimatpåverkan uppstår vid tillverkning av själva batteriet (Dahllöf och Emilsson 2020). Detta beskrivs närmare i avsnitt 3.3 under rubriken *Klimatpåverkan från tillverkning av fordon*.

3.3 Tillverkning av fordon och komponenter

Råvaror och sällsynta material

Fordonsbranschen har god kunskap om de material man har hanterat i stora mängder under lång tid. Det speciella med eldrivna fordon är batterierna, elektroniken och

drivlinan och de innehåller delvis nya material. När fordonstillverkare ställer om till att producera fordon med full elektrifiering kan produkten tillverkas med mindre mängder stål, aluminium och andra material som idag är dominerande i motorblock och liknande. Viktiga ämnen i de flesta litiumjonbatterier för fordon är kobolt, nickel, koppar och grafit. I bränsleceller förekommer metaller ur platinafamiljen. I elmotorer är det vanligt att man använder neodym och dysprosium. Sådana råmaterial är en nyare fråga för branschen och därför mindre kända. Tidigare behövdes exempelvis enstaka gram av kobolt och neodym till ett fordon. Nu kan det till vissa batterikemier krävas flera kilogram. Nickel och koppar har använts storskaligt i andra branscher sedan länge, men nu ökar det i betydelse även för fordonsindustrin. Detta är några exempel på att fordonsbranschen kommer behöva ägna mer av sitt hållbarhetsarbete på material som inte har varit lika dominerande tidigare.

Utvinningen av vissa råmaterial är idag koncentrerad till några enstaka länder. För fordonstillverkare och batteriproducenter innebär detta marknadsmässiga risker, exempelvis att priset förändras snabbt eller att dåliga sociala eller miljömässiga förhållanden kan vara svåra att förbättra. Det gäller bland annat utvinningen av kobolt, grafit och vissa sällsynta jordartsmetaller. För de mer etablerade metallerna stål och aluminium finns inte samma risk för minskad tillgång eller snabba prisändringar. När det gäller traditionella material är utmaningen för fordonsindustrins hållbarhetsarbete i första hand att förmå sina underleverantörer att ställa om till klimatneutral produktion och tillgodose lokala miljökrav.

Vissa råvarubaser som idag används till elfordon eller batterier är troligen inte möjliga att exploatera storskaligt på längre sikt. De är alltför begränsade och kommer att förbrukas snabbt. Ett exempel på detta är dagens utvinning av litium i saltsjöar. Vissa saltsjöar har utsetts till naturarvsobjekt i Argentina. Det förekommer även konflikter kring exploatering mellan bolag och befolkning. Denna typ av utvinning kanske kan ses som ofrånkomliga i ett övergångsskede, men branschen behöver styra bort från sådan utvinning under uppskalningsskedet mot en storskalig produktion av elfordon. I förlängningen kan sådan utvinning ge oacceptabla miljöskador. I exemplet med saltsjöar krävs dessutom en stor mängd kalciumoxid till utvinningen som kräver mycket energi och ger utsläpp av koldioxid vid framställningen. Det är också väldigt vattenkrävande i en miljö där det är ont om vatten.

Den tekniska utvecklingen av batterier går snabbt. Trenden är att använda mindre mängder av dyrbara eller sällsynta material. Man utvecklar exempelvis litiumjonbatterier med mindre mängder kobolt eller batterier som saknar kobolt. Det är bra från resurssynpunkt. Men med billigare material i batterierna blir det samtidigt mindre lönsamt att ta tillvara och återvinna batterier och andra komponenter på marknadsmässiga grunder. Därför kommer det behövas lagkrav och standarder som säkerställer att material och resurser återvinns även i de fall detta inte är lönsamt med marknadsmässiga förutsättningar. Man kan också tänka sig ändrade affärsmodeller där fordonsanvändare köper fordonskilometer istället för fordon, och där återvinning kan vara inbakat i kostnaden.

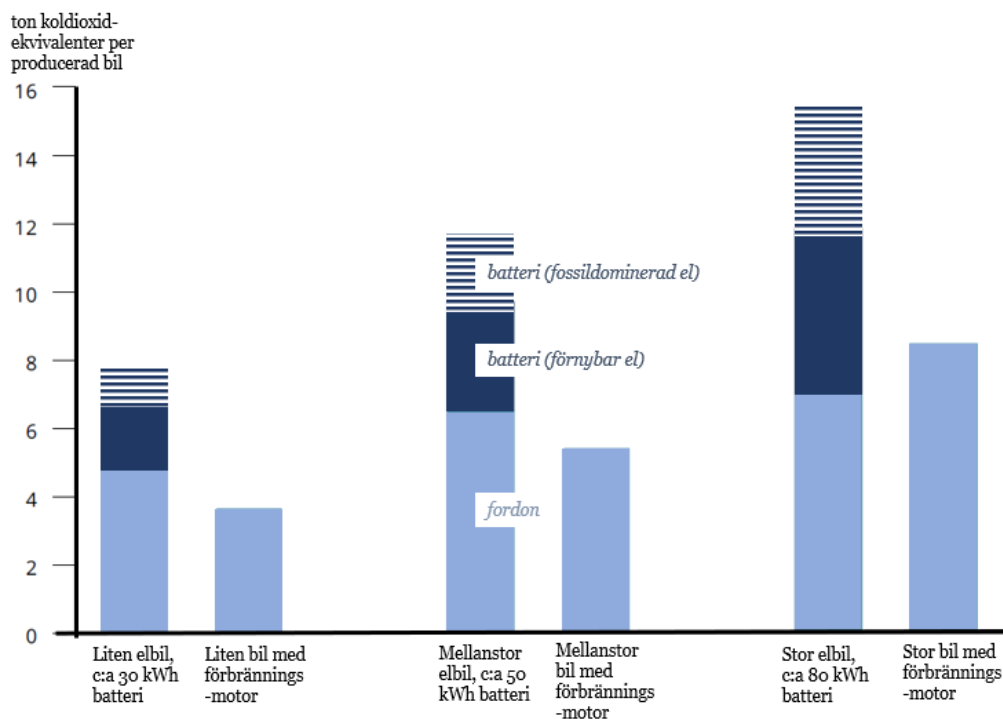
Klimatpåverkan från tillverkning av fordon

Tillverkning av fullelektriska fordon ger i dagsläget högre genomsnittliga utsläpp av växthusgaser än motsvarande fordon med förbränningsmotor. Anledningen är främst litium-jonbatterierna. Anledningen är att både gruvnäringen och

tillverkningsindustrin domineras av fossil energi och merparten av de stora batterifabrikerna i Asien försörjs med fossil-el. Det finns dock exempel på batterifabriker som drivs med förnybar el på flera håll i världen.

I en studie från IVL Svenska Miljöinstitutet om batteritillverkning för personbilar (Emilsson och Dahllöf 2019) görs ett räkneexempel för att beskriva klimatpåverkan från batteritillverkning i dagens storskaliga fabriker. Vid utvinning av råvaror och förädling av material till batterikvalitet sker utsläpp av växthusgaser som motsvarar ungefär 60 kg koldioxid-ekvivalenter per kWh "energilagringsskapacitet" i ett färdigt batteri. I en modern och storskalig batterifabrik som försörjs med en elmix där fossila bränslen dominerar, som är genomsnittet för Kina, släpps det ut ytterligare ungefär 50 kg koldioxid-ekvivalenter per kWh batterikapacitet. Klimatpåverkan från dagens batteritillverkning hamnar då på ungefär 110 kg koldioxid-ekvivalenter per kWh batteri med fossil elmix i batterifabriken. Om batterifabriken drivs med förnybar el stannar utsläppen vid ungefär till nedåt 60 kg. Se figur 6 nedan.

Moderna fullelektriska personbilar har batterier med en lagringsskapacitet på 30-60 kWh. De största batterierna kan lagra uppåt 100 kWh. Klimatpåverkan för att tillverka sådana batterier med dagens genomsnittliga teknik hamnar då på 4-10 ton koldioxid-ekvivalenter per färdigt batteri, beroende på batteristorlek och elmix i batterifabriken. Tillverkning av personbilar ger en klimatpåverkan på 4-8 ton koldioxid-ekvivalenter per bil, oavsett drivlina. Den klimatpåverkan som uppstår när en elbil utom batteri tillverkas är alltså i samma storleksordning som från tillverkningen av själva batteriet. Det betyder att produktionen av elbilar i genomsnitt ger 50-100 procent högre klimatfotavtryck på grund av batterierna, beroende på batteristorlek och elmix. Se figur 6.

Figur 6: Klimatpåverkan från tillverkning av fullelektrisk elbil och jämförbar bil med förbränningsmotor

Källa: Egen bearbetning av data från Ellingsen (2016) för (tillverkning av bilar), och Emilsson och Dahllöf (2019) (för batteriproduktion). Intervallat för klimatpåverkan vid batteritillverkning visar skillnaden mellan att använda fossil el i batterifabriken motsvarande genomsnittlig batteriproduktion i Kina, och att använda förnybar el. På motsvarande sätt kan klimatpåverkan från att tillverka själva bilen också minska med förnybar el men det illustreras inte i denna figur.

Med större tillverkningsanläggningar och nya tekniker sjunker priset på batterier. Hittills har den utvecklingen inneburit att fordonstillverkarna förser sina bilmodeller med allt större batterier. Stora batterier är attraktivt av flera skäl och gör att elfordon kan användas till fler ändamål. Större batterier ger samtidigt en viss motverkande miljöeffekt eftersom klimatpåverkan från tillverkningen blir högre. Med större batterier blir bilarna tyngre och det ökar också energiåtgången vid körning något.

Tillverkning av bränsleceller ger ungefär motsvarande klimatpåverkan som produktion av batterier (IEA 2019 b). Där finns dock inte lika mycket data. Marknaden för bränsleceller till fordon är heller inte lika utvecklad än.

Det finns givetvis möjligheter att minska klimatpåverkan från tillverkningen av både fordon och batterier. Stål och andra material kan brytas och förädlas med förnybar energi, fabriker kan försörjas med förnybar el och processerna i övrigt kan göras mer klimatsmarta. Om åtagandena i Parisavtalet och liknande överenskommelser ska uppfyllas måste klimatpåverkan från industri och kraftproduktion minska till nära noll.

Produktionskapacitet

Efterfrågan på material och till elmotorer, batterier och elektronik ökar snabbt. Det finns signaler om att försäljningen av eldrivna fordon kan komma att begränsas av ledtider för att bygga upp en större produktionskapacitet. Den globala ökningen av elfordon skulle i så fall åtminstone delvis kunna bestämmas av produktionskapacitet snarare än av olika stöd och incitament för att öka kunders intresse av att köpa elfordon. Tillgången på batterifabriker tycks kunna vara en begränsande faktor på kort sikt. Det är dock troligt att detta förändras i takt med att investerare och tillverkningsanläggningar kommit ikapp.

Även brist på vissa metaller nämns ibland. Det begränsande i dagsläget tycks vara i vilken takt man kan få fram tillräckliga mängder från befintliga anläggningar för utvinning och förädling. Med ökande efterfrågan öppnas nya gruvor och förädlingsanläggningar.

Lokal påverkan

Lokalt kan förekomma miljö- och hälsostörningar vid produktionsanläggningar för fordon och komponenter. Fordonsindustrin och dess underleverantörsled är global. Det finns en risk för dålig arbetsmiljö och lokala miljöstörningar i vissa regioner.

3.4 Infrastruktur och markanvändning

Laddning för personbilar

Utbyggnaden av laddinfrastruktur för personbilar växer i takt med efterfrågan. Merparten av utbyggnaden sker idag där bilar står parkerade länge, exempelvis vid bostäder och arbetsplatser. Hemmaladdning kan arrangeras av villaägaren, bostadsrättsföreningen och fastighetsägaren eller av parkeringsförvaltaren. Kostnaderna för att tillhandahålla laddinfrastrukturen betalas i huvudsak av fastighetsägare och fordonsanvändare, även om staten ger vissa bidrag för närvarande.

I dagsläget är tillgång till laddning i allmänhet ingen begränsande faktor. Det finns en kostnad, men bilägaren har en betalningsvilja eftersom andra kostnader blir lägre med elbil. Utbyggnaden av laddning kommer i huvudsak att växa marknadsmässigt. Dock har många fastighetsägare än så länge dålig kunskap om hur de kan erbjuda attraktiva laddtjänster och vilka aktörer som kan erbjuda sådana tjänster. I takt med att efterfrågan växer hos bredare grupper av bilägare kommer detta problem minska.

Det är dock betydligt svårare att arrangera laddning på offentlig gatumark i städer och tätorter. Där har bilägaren ingen möjlighet att påverka situationen på egen hand. Kommuner och markägare behöver agera. På kommunal gatumark är det dyrt och komplicerat att etablera laddning eftersom dessa ytor behövs för många olika ändamål. Det går att etablera laddning på gatumark och det finns exempel från olika håll i Europa. I Sverige är det Stockholm som har etablerat flest laddare på gatumark. Men det är komplicerat med laddning på gator med boendeparkering. Det kan uppstå ett behov av att bygga om gator eller byggnader, ta bort parkeringsytor för att använda ytorna till andra ändamål. Då blir parkeraren av med sin möjlighet att ladda. Laddutrustning tar plats och kräver kabelanslutningar som kan försvåra framkomligheten eller tillgängligheten. För parkerare på vissa gator i stadsmiljö

kommer troligen snabbladdning vara det enda alternativet om man inte har möjlighet att ladda på annan plats där man parkerar länge, exempelvis vid arbetet. På längre sikt kan andra lösningar med induktiv laddning komma att erbjuda mer flexibla lösningar.

Det finns många besöksmål där laddning kommer att erbjudas av de aktörer som har intresse av att erbjuda attraktiv parkering för besökarna. Det kan handla om köpcentra, hotell och restauranger, turistmål, idrottsanläggningar och så vidare.

Även utbudet av snabbladdare växer i takt med användningen av elbilar. Här är det i större tätorter och längs trafikerade stråk som marknadsaktörerna ser möjligheter till långsiktig lönsamhet. I vissa delar av landet och på i vissa landsbygdsområden kommer det dock troligen behövas offentligt stöd för att finansiera en viss utbyggnad, kanske inom ramen för statligt eller regionalt finansierad vägutbyggnad.

Slutsatsen är att utbyggnaden av laddning inte kommer begränsa ökningen av elbilar utom möjligen på viss gatumark, där det är svårt med nuvarande tekniker att hitta lösningar som tillgodoser alla allmänna behov.

Laddning för tunga fordon

För tunga fordon finns flera typer av laddning där marknadsaktörer kommer vilja investera helt utan offentligt stöd, eller där behovet av stöd är förhållandevis lågt. Det finns goda förutsättningar att bygga ut övernattningsladdning där lastbilar står placerade länge, som vid godsterminaler. Många distributionslastbilar står uppställda 10-16 timmar, vilket gör det möjligt att starta dagen med fulladdat batteri. Detta räcker för att klara de flesta ruttlagda uppdrag. Genom att komplettera med tilläggsaddning i anslutning till stopp för lunch och vilopaus eller vid lastning och lossning ökar räckvidden ytterligare. Många åkerier kommer kunna räkna hem kostnaden för nya laddinfrastruktur med lägre driftkostnader eller konkurrensfördelar i upphandling. Det talar för att sådan laddinfrastruktur växer fram på kommersiella villkor. Viss publik snabbladdning kommer också etableras av energiaktörer vid trafikerade leder och i tätorter med mycket distributionstrafik. Sammantaget kan övernattningsladdning i kombination med tilläggsaddning möjliggöra en elektrifiering av den absoluta merparten av de tunga distributionstransporter på mestadels kommersiella villkor. Men det kommer troligen finnas vissa områden med behov av publik laddning för tunga fordon som inte är kommersiellt lönsam, men ändå är viktig för att öka möjligheten att gå över till tunga eldrivna fordon. Där kommer offentliga aktörer behöva finansiera viss infrastruktur.

Samma resonemang gäller för elvägar. Om sådana byggs ut kommer man antagligen behöva finansiera initial utbyggnad med offentliga medel, även om verksamheten senare kan drivas med brukaravgifter.

Infrastruktur för vätgas

En förutsättning för att elfordon med bränsleceller ska börja efterfrågas är att det finns aktörer som är beredda att etablera tankställen med vätgas. Det sker för närvarande en viss utbyggnad i Sverige, men det handlar om en handfull tankställen. Förutsättningarna för vätgas liknar dem för fordonsgas. Där bygger aktörer upp regionala nät med tankställen. De utgår från marknadsmässiga bedömningar av hur efterfrågan utvecklas. För vätgasaktörer är sådana bedömningar ännu osäkra.

Leverantörer av drivmedel påverkas av vad fordonsköpare tror om framtida fordon och tankställen och här finns en hönan-och-ägget-problematik. Troligen behöver marknaden för vätgas någon form av samordnade marknadssignaler för att utvecklas. Det kan exempelvis handla om att regioner eller länder samordnar sin upphandling, ger stöd till tankinfrastruktur eller utformar fordonsbeskattningen eller drivmedelsbeskattning på ett sätt som gör att fordonsköpare efterfrågar bränslecellsfordon. EU stöder projekt med tankinfrastruktur för vätgas i medlemsländerna. Om det ska utvecklas regionala nät med vätgastankställen i Sverige krävs eventuellt olika former av offentliga initiativ eller en mer aktiv samverkan mellan flera branscher och aktörer för att skapa gemensamma målbilder.

Byggnation och underhåll

Vid byggnation och underhåll av infrastruktur kan det förekomma hälsofarliga, miljöstörande och klimatpåverkande utsläpp eller bullerstörningar. Störst är störningarna vid anläggningsbyggnation, men det blir också vissa störningar vid underhåll av infrastruktur. Det krävs mark för att anlägga infrastruktur. Infrastrukturen förändrar och påverkar bebyggelse, stadsmiljöer, kulturmiljö, naturmiljö, biologisk mångfald och landskapsupplevelse. Även laddplatser och tankställen kräver ytor och installationer. Elvägar med luftledning kan förändra landskapsbilden påtagligt på landsbygd och längs trafikleder.

Drift och underhåll av själva infrastrukturen bidrar också till klimatpåverkan. Dagens utbyggnader och underhåll av vägar och järnvägar bedöms ge en klimatpåverkan som motsvarar ungefär 5 procent av nuvarande utsläpp från inrikes vägtrafik i Sverige.

3.5 Framställning och användning av el och vätgas

Livsmiljöer, natur och landskap

Elektricitet produceras på en mängd olika sätt. Det är vanligt att elproduktion orsakar konflikter med människors livsmiljöer, biologisk mångfald, kulturmiljövärden och landskapsupplevelse. Vid ökad användning av exempelvis vattenkraft, vindkraft och solkraftsparker ökar exploateringsstrycket på nya naturområden.

Vattenkraft ger ofta kraftiga skador på biologi och landskap i floder och vattendrag. Vågkraft kan ge liknande skador i kustområden.

Odling och uttag av biobränslen tränger undan biologisk mångfald och skadar naturområden och skogsmark kan läcka gödande ämnen till omgivningen. På global nivå är uttaget av biologiska råvaror en viktig anledning till att växt- och djurlivet utarmas. Biobränsle drivna förbränningsanläggningar ger utsläpp av miljöstörande och hälsopåverkande utsläpp lokalt.

Vindkraft ger ofta påtagliga intrång i landskapet, kan skada fågelliv och fladdermöss och påverka marina värden till havs. Vindkraftverk nära bebyggelse ger bullerstörningar och skuggfenomen.

Klimatpåverkan från elproduktion

Endast ungefär 25 procent av världens el framställs från förnybara energikällor. Globalt år 2017 framställdes 60 procent av elektriciteten från kol och naturgas och ytterligare 10 procent från kärnkraft (IEA 2019 a).

I EU kom ungefär 30 procent av elproduktionen från förnybar energi år 2016 medan 40 procent produceras med kol och naturgas och ungefär 25 procent med kärnkraft (EEA 2019). Sverige avviker genom att nästan 60 procent av elproduktionen kom från förnybara källor år 2017, knappt 40 procent från kärnkraft och 2 procent från fossila bränslen (Energimyndigheten 2019 a).

Den globala marknaden för vätgas använder idag mestadels naturgas och kol som råvara. Förnybar vätgas kan tillverkas genom att låta förnybar el spjälka vatten till vätgas. Sådan teknik används lokalt.

Även bibränslen ger viss klimatpåverkan vid elproduktion även om koldioxiden från själva förbränningen inte ger något nettotillskott till atmosfären. Fossila drivmedel används till att odla och transportera skogsråvara, marker gödslas eller bereds med metoder som kan ge läckage av metan eller lustgas, och vid förbränningen bildas små mängder metan och lustgas.

Elbehov till elbilar

En vanlig fråga är hur mycket el som krävs till elbilar. Om alla bilar i Sverige skulle köras samma körsträckor som idag, fast på el skulle det krävas ungefär 12 TWh el (Vattenfall 2020). Elproduktionen i Sverige uppgår till ungefär 140 TWh per år. Samtidigt minskar behovet av flytande drivmedel i mycket högre grad eftersom eldrivna fordon är energieffektivare.

Kapacitet hos elnät

I takt med att antalet laddbara fordon ökar så växer också efterfrågan elnätskapacitet. En del aktörer varnar för att det kan bli effektbrist i regionala elnät. Det beror inte bara på att allt fler laddar fordon utan på en ökad urbanisering och stigande efterfrågan på el till industriella processer generellt. Bedömningen tycks dock vara att bristande nätkapacitet inte behöver bli ett generellt problem som skulle bromsa övergången till elfordon. Nätägare är enligt lag skyldiga att tillhandahålla den kapacitet som efterfrågas.

Det är snarare en fråga om betalningsvilja för att få tillgång till effekt och hur efterfrågan kan styras för att minimera effekttoppar. I takt elfordon används inom allt fler områden kommer aktörerna på elmarknaden rimligen att anpassa sina investeringsplaner och ta fram erbjudanden som kan tillgodose en ökande efterfrågan. Fordonsanvändare och laddtjänstoperatörer kommer att behöva betala för sådana tjänster och det kan påverka priset på olika tjänster. Det kommer att krävas omfattande investeringar, men investeringsbehoven delas av en ökande grupp elfordonsanvändare. Det kommer också krävas mer avancerade system för att styra effekttoppar och att differentiera ladd-avgifter så att fordonsägarna blir mer benägna att ladda när effektuttaget i nätet är lågt.

Olycksrisker och radioaktivitet

Radioaktiva råvaror, kärnkraftsanläggningar och avfallsprodukter är förknippade med mycket allvarliga miljö- och hälsorisker vid driftstörningar eller olyckor. Det finns också betydande säkerhetspolitiska risker vid militära konflikter och terrorism.

Hantering av vätgas är i likhet med andra trycksatta gaser förknippat med olycksrisker som behöver hanteras lokalt.

3.6 Användning av fordon

Lokala störningar

Elfordon ger mindre utsläpp av skadliga ämnen än fordon som körs med förbränningsmotor. Men alla vägfordon oavsett motor bidrar till ökade halter av partiklar på grund av slitaget mellan däck och vägbanan. Det frigörs också slitagepartiklar från bromsbelägg och andra friktionsytor. Oljor och kemikalier avgår från fordonen till luft och vatten, och olika kemikalier kan spridas vid tekniska fel och olyckor.

Elfordon ger inte ifrån sig något nämnvärt motorbuller och bullrar därför väsentligt mindre i låg fart. Men i högre hastigheter dominerar vindbuller och däcksbuller och vid landsvägsfart är bullernivån ungefär densamma från elfordon och förbränningsmotorfordon.

Ytanvändning och barriäreffekter

Tätorter och städer anpassas efter alla de ytbehov som uppstår för att fordon ska kunna köras och parkeras. Det behövs bullerzoner och säkerhetsavstånd till trafikleder. Bullerstörningar påverkar miljöupplevelsen och hälsan. Vägfordon skapar trängsel och olycksrisker. Det uppstår konflikter om markanvändning mellan trafikanläggningar för vägfordon och annan markanvändning. Elfordon kan kräva nya ytor som till laddning, exempelvis för bussar och distributionstrafik. Detta är särskilt påtagligt när städer förtätas och trafikapparaten behöver användas mer effektivt. Trafiken skapar barriäreffekter som gör det svårare för människor och djur att passera. Trafikleder kan också upplevas som bullerbarriärer och miljöstörande infrastruktur i obebyggda områden.

Rekyleffekter

Begreppet rekyleffekt innebär att efterfrågan av en vara eller tjänst ökar när den blir billigare eller enklare att använda. Om kostnaden att köra elbilar är lägre än med förbränningsmotorbilar får bilägaren råd att köra mer. En trolig rekyleffekt av eldrift är alltså att bilåkandet kan öka som en indirekt effekt av att elbilar har lägre rörliga kostnader. Det kan i sin tur minska kollektivtrafikens konkurrenskraft. Ytterligare en rekyleffekt skulle kunna vara att användare av elbilar upplever att deras fordon är miljöanpassade och att man blir mindre benägen att undvika bilresor av miljöskäl.

En rekyleffekt kan också uppstå med självkörande bilar. Autonoma fordon kommer troligen bli vanliga i samverkan med eldrift. Bilresor blir billigare exempelvis genom att bilar kan delas enklare och att taxiresor kan göras utan förare. Det kan också bli mer attraktivt att resa med bil när bilresenären kan använda tiden till annat än bilkörning, exempelvis att arbeta eller koppla av på samma sätt som man idag kan göra vid resor med kollektivtrafik.

Olycksrisker

All trafik skapar olycksrisker. Störst antal trafikolyckor orsakas av vägfordon. Fordon med batterier eller vätgaslagring utgör brandrisker vid olyckor, felaktig användning eller tekniska fel på ladd-utrustning eller tankställen. Elfordon ökar inte brandrisken i sig, men det kan vara komplicerat att släcka bränder i elbilsbatterier. Samtidigt minskar andra risker eftersom batteri-elfordon inte har lager med eldfarliga drivmedel.

Elektromagnetiska fält

Det finns en risk att användare av eldrivna fordon och passagerare i eldriven kollektivtrafik kan komma att uppfatta elektromagnetiska fält som en hälsorisk. Det kanske upplevs en oro för att färdas i elfordon, vistas längs elledningar, åka på elvägar eller stå nära laddstationer. Dagens vetenskapliga riskbedömningar stödjer inte sådana uppfattningar. Men om det blir ändå finns en sådan uppfattning i vissa grupper kan den styra beteenden och beslut på ett sätt som motverkar elbaserade transportsystem. Sannolikt kommer det krävas informationsinsatser för att bibehålla en hög trovärdighet för eldrivna system.

3.7 Återvinning och skrotning av material, fordon och infrastruktur

Återvinning av fordon

Tillverkarnas ansvar för att återvinna fordon regleras av EU-regler. En stor del av ett fordon kan materialåtervinnas. Motorer återvinns i hög grad eftersom motorer har ett högt värde och innehåller många värdefulla komponenter. Men även om en stor del av materialen återvinns går det aldrig att nå fullständig återvinning. Särskilt sällsynta metaller som finns i små mängder i exempelvis elektronik hamnar ofta som förorening i återvunnet stål. En del material förstörs också av åldrande, slitage, korrosion och olyckor. Vissa material är olönsamma att återvinna på bästa sätt och återvinns därför endast till den nivå som lagen kräver.

Återvunna material håller ofta lägre kvalitet än den nivå av renhet eller hållfasthet som krävdes till den ursprungliga fordonskomponenten. Det beror bland annat på att material blandas i återvinningsprocessen. En del återvunna material kan endast återanvändas till ändamål med lägre krav på materialkvalitet.

En ofta förbisedd hållbarhetsaspekt är reservdelar. Det tillverkas en stor mängd produkter i små serier. De transporteras till alla verkstäder i hela världen, ibland med flygfrakt om läget är akut för kommersiella fordon. En stor del av dem måste slängas när de blivit omoderna utan att ha använts. Detta bidrar till material- och klimatfotavtrycket för fordon.

Det är angeläget att åstadkomma så hög återvinning som möjligt. Eftersom eldrivna fordon har flera komponenter med ett relativt sett högt kommersiellt värde, både som fungerande komponenter och i materialhänseende, så talar det för att delar av elfordonen kommer nå en hög återvinningsgrad på rent kommersiella grunder. Det förekommer också storskalig rekonditionering av andra värdefulla komponenter,

exempelvis motorer. Men lagreglering är viktig för att ha en hög andel återvinning även av sådant som inte är kommersiellt motiverat att återvinna.

Återanvändning och återvinning av batterier

Eftersom användningen av batterier kommer att öka kraftigt är det ett stort fokus på olika möjligheter att återanvända batterier, så kallad second life. Det kan komma att växa fram en marknad för begagnade och restaurerade fordonsbatterier som exempelvis ackumulatörer för att lagra el i byggnader. Det är dock svårt att bedöma möjligheterna att använda batterier efter fordonstillämpningen. Batterier kan vara komplicerade att renovera och de krav som behöver ställas på funktion i den nya tillämpningen kan vara svåra att uppfylla. Det är exempelvis viktigt att hantera säkerheten för att batterier inte ska bli en brandfara och detta kräver kompetens, tydliga regler för ansvar och system för att minimera riskerna.

Givet att behovet av batterier ökar kraftigt, kan efterfrågan på uttjänta batterier för att återvinna batterimaterial komma att öka. Om material blir upplåsta i olika applikationer för batterilager som fastigheter och elnät, så ökar efterfrågan på jungfruliga material. Ju högre efterfrågan på råvaror och metaller till batterier, desto större blir denna konflikt. På sikt finns en risk att kostnaderna för batterier inte kommer att fortsätta att minska, vilket är den nuvarande bedömningen, eller att de rentav kan öka.

Återvinningen av litiumjonbatterier kommer att växa kraftigt. I dagsläget hamnar en stor del av de uttjänta litiumjonbatterierna till elektronik i Kina där de återvinns till nya batterier, ibland med lägre kvalitetskrav som exempelvis batteriackumulatörer för datorer och telefoner (Melin 2019).

Litiumjonbatterier från fordon står än så länge för en liten del av återvinningen. De allra flesta fordon är så pass nya att batterierna inte är uttjänta. De fåtalet uttjänta batterierna samlas in av fordonsbranschen och lagras eller återvinns. Det byggs upp samarbeten mellan batteritillverkare och fordonsföretag, där batteritillverkaren vill ta tillbaka uttjänta batterier för återvinning. Man kan också tänka sig att en del av de uttjänta fordonsbatterierna kan komma att efterfrågas av en global återvinningsbransch. Marknaden växer i Asien där kostnaden för arbetskraft är lägre eftersom det kräver manuellt arbete att separera batteriernas komponenter. Återvinning av batterier och elektronik blir då en social aspekt om återvinningen görs i områden där sociala rättigheter är dåligt tillgodosedda.

Hanteringen av fordonsbatterier är komplex eftersom fordonens batterier är inbyggda i en produkt och eftersom de består både av celler, styrelektronik och kylningssystem. Fordons- och batteritillverkare börjar etablera nya marknader och affärsmodeller. Syftet är att få bättre kontroll och styra flödet efter användningen i ett fordon, så att de i nästa led används där de skapar störst värde. För batterier med högt innehåll av värdefulla metaller, till exempel kobolt kan det handla om att batterierna går direkt till fabriker som tillverkar batterier. I de fall där det finns möjligheter att återanvända batterier på ett effektivt sätt och koboltinnehållet är lågt kan det bli ett alternativ.

EU reviderar dagens regelverk för återvinning av fordon och batterier. Dagens krav är inte anpassade efter de nya typer av batterier som växer fram, där vissa material är viktigare att återvinna än andra, även material som förekommer i små mängder. Dagens regler skrevs i en tid då fordonsbatterier till stor del bestod av bly och



reglerna kräver därför en viss återvinningsgrad i viktsprocent. Detta var ändamålsenligt för blybatterier där själva metallen bly är den som väger mest, inte i moderna fordonsbatterier. I litium-jonbatterier utgör vissa värdefulla material en liten del av vikten, men en stor del av det miljömässiga och resursmässiga värdet.

Lokal påverkan

Anläggningar för återvinning, destruktion och deponi kan ge påverkan på anställda, närboende och närmiljö. Deponier kan ge lokal påverkan på landskapsbild, vatten och luft. Asphalt, fyllnadsmaterial och metaller för vägar kommer på lång sikt behöva återanvändas eller deponeras på ett säkert sätt som inte påverkar omgivningen. Det förekommer en omfattande export och internationell handel med gamla fordon och det finns en risk att uttjänta material hamnar i regioner med dåligt miljöskydd och stora risker för lokal hälsopåverkan och påverkan på ekosystem.

4 Olika aktörers möjligheter att bidra till hållbar elektromobilitet

I detta kapitel beskrivs vad olika aktörer kan göra för att styra mot en högre grad av miljömässig och social hållbarhet. Här ges beskrivs hur aktörerna bör prioritera utifrån sin möjlighet att påverka. Förslagen är baserade på erfarenheter inom detta uppdrag men också från annat underlag².

4.1 Politiska beslutsfattare

Zoner för nollutsläppsfordon

Ett sätt att stödja elfordon är att införa mindre eller större zoner där endast nollutsläppsfordon är tillåtna. I dagens regler för miljözon klass 3 tillåts fullelektriska fordon, gasfordon samt tunga laddhybrider. Ingen svensk kommun har ännu infört sådana zoner. Men i takt med att utbudet av fullelektriska fordon ökar snabbt bör kommuner med större städer kunna börja utreda lämpliga områden där det så småningom vore lämpligt att införa sådana zoner. En klass 3-zon skulle ge bättre luftkvalitet samtidigt som det blir ett starkt lokalt incitament för att öka användningen av elfordon. Man kan tänka sig små zoner, inledningsvis i enstaka kvarter ungefär som gågator fungerar idag, för att inte begränsa allmänhetens rörlighet alltför mycket men samtidigt stimulera fordonsägare att byta till eldrift, exempelvis leveransfordon och taxi. Man kan också tänka sig små nollzoner i industriområden och liknande där de skulle kunna påskynda en omställning av nyttotrafiken. Sådana regler kräver givetvis att kommunen först analyserar fordonsutbudet och laddinfrastrukturen så att reglerna inte införs vid en tidpunkt när de begränsar utövarnas transportmöjligheter alltför mycket. Ett införande behöver utannonseras i god tid och i samråd med berörda. På lång sikt kan man tänka sig att hela städer gradvis görs till en miljözon för nollutsläppsfordon.

Det är också önskvärt att regeringen utvecklar dagens regler för miljözon klass 3 så att kommuner får möjlighet att reglera tunga fordon separat, på motsvarande sätt som miljöklass 1 idag. En "miljöklass 3 för tunga fordon" skulle göra det möjligt att exempelvis införa restriktionen i utvalda industriområden med viss verksamhet, kring godsterminaler och liknande. Det vore enklare om kommuner hade möjlighet att införa regler som endast påverkar kommersiell trafik och inte begränsar möjligheten att använda personbilar för allmänhet och anställda.

Lagstiftning om mänskliga rättigheter i leverantörsleden

Det behövs lagstiftning som gör att företag och organisationer arbetar med att säkerställa mänskliga rättigheter i sina internationella verksamheter och leverantörsled. Initiativet "Visa handlingskraft" driver en kampanj för att Sveriges regering ska utreda införandet av en Human Rights Due Diligence-lagstiftning som

² Underlag som har använts är bland utredningen om fossilfri fordonstrafik (2013), Romare och Dahllöf (2017), Larsson m.fl. (2017), Transportinköpspanelen (2017-), Emilsson och Dahllöf (2019), Klimatpolitiska rådet (2019), Kloo och Larsson (2019) och Hennlock m.fl. (2020).

bygger på FN:s vägledande principer om företag och mänskliga rättigheter i svensk lag. Man vill också att regeringen ska verka för ett effektivt regelverk på EU-nivå. Se www.visahandlingskraft.nu.

EU-direktiv om batteriåtervinning

EU:s direktiv som styr återvinningen av fordon inklusive fordonsbatterier revideras för närvarande. Direktivet behöver utformas så att batterierna tillverkas och sköts på ett sätt som underlättar återanvändning och att innehållet av de ingående materialen kommer att återvinnas på ett resursmässigt och miljömässigt bra sätt. Det är också viktigt att direktivet styr mot en effektiv insamling och cirkulära flöden som utgår från de marknadsförutsättningar som gäller för fordonsbatterier. Exempelvis kan det vara viktigt att fordonstillverkare har rätt att återta batterier efter att de har tjänat ut, så att de kan återföras till den ursprungliga tillverkaren. Det kan också behövas ett spårbarhetssystem för batterier. Detta möjliggör en effektiv insamling även efter att ett fordon byter ägare eller om de återanvänds i nya applikationer, exempelvis som energilagring.

Stöd till utbyggnad av infrastruktur

Det finns ett behov av offentligt stöd för att utveckla viss infrastruktur för laddning och vätgastankning som inte har kommersiell bärkraft. Stöd kan behövas för att initiera samverkan mellan olika aktörer för att komma över initiala hinder. Regeringen har då en viktig roll för att fördela medel till viss publik snabbaddning där kommersiella aktörer har svårt att agera på egen hand. Det kan också handla om stöd till viss typ snabbaddning för varudistribution. Det kan också finnas behov av offentligt stöd för att utveckla standarder för laddning eller tankning, regelverk för operatörer, affärsmodeller med mera kring elvägar, induktiv laddning eller system för att ladda på gatumark i tätorter.

EU reviderar för närvarande direktivet om medlemsländernas ansvar för utbyggnad av infrastrukturen för alternativa bränslen. Sverige behöver bevaka att det nya direktivet utformas på ett sätt som gör reglerna förutsägbara för marknadens aktörer och brukare och att de går att anpassa efter svenska förhållanden. Detta är särskilt viktigt för tunga transporter, där åkerier måste göra betydande investeringar i nya fordon och tillverkarna behöver fatta långsiktiga beslut om teknikutveckling.

Trängselskatt

Ibland framförs förslag om att stödja elbilar genom att undanta eller differentiera trängselskatten för elbilar. Så gjordes i Stockholm när miljöbilar undantogs från trängselskatt under några år. Men det vore inte lämpligt att sänka trängselskatten för eldrivna personbilar (Utredningen om fossilfri fordonstrafik 2013). Orsaken är att trängselskatten i Stockholm och Göteborg har flera syften. Utöver att bidra till finansiering av infrastruktur ska skatten minska trängsel och miljöstörningar genom att påverka trafikflöden, bromsa tillväxten av personbilstrafik och gynna kollektivtrafik. Det skulle visserligen stimulera köpare att välja laddbara bilar, men samtidigt skulle rabatter på trängselskatt för elbilar sänka den rörliga kostnaden att köra bil och då minskar möjligheten att påverka bilisternas körmönster och finansiera infrastruktur.

En lägre trängselskatt för miljöanpassade kommersiella fordon vore däremot en bra åtgärd för att öka användningen av elfordon (Utredningen om fossilfri fordonstrafik

2013). Godsdistributörer och yrkestrafik med kommersiella fordon anpassar i allmänhet inte sin körning efter en trängselskatt. De väljer rutter och tider som uppdragen kräver. En rabatterad trängselskatt riskerar därför inte att öka deras körande på tider eller gator som påverkas av trängselskatt nämnvärt. För dessa grupper skulle en differentierad trängselskatt istället öka intresset för att välja laddbara fordon. Dock skulle det kunna bli en negativ bieffekt att skatteintäkterna blir lägre från denna grupp.

Fordonsskatt och bonus-malus

Dagens bonus-malus-baserade fordonsskatt för personbilar och lätta lastbilar är utformad för att stimulera inköp av laddbara bilar och biogasfordon. Bonusen är högst för fullelektriska fordon och lägre för laddhybrider och biogasfordon. Genom att ta ut en högre skatt, så kallad malus, för bilar som drivs med diesel och bensin, och ha högre malus för bränsletörstiga varianter, kan systemet utformas på ett sätt som är statsfinansiellt neutralt. Det är viktigt att bonus-malusnivåerna justeras löpande för att behålla balansen mellan bonus och malus. Annars riskerar man att subventionera bilägarkollektivet som grupp. Det är också viktigt att löpande justera skatten så att avgiftsnivåerna driver på omställningen mot miljöanpassade modeller.

Bilförmån

För närvarande har anställda som disponerar skattepliktig tjänstebil ett nedsatt förmånsvärde om bilen är laddbar. Nedsatt förmånsvärde gör det mer attraktivt att välja laddbar bil. Det bidrar till att laddhybrider är populära hos tjänstebilsförare.

Samtidigt innebär sänkt förmånsvärde en subvention av privat bilanvändning. Från ett fördelningspolitiskt perspektiv innebär detta att resurser omfördelas från skattekollektivet i allmänhet till personer med högre inkomster eftersom tjänstebilar är vanligare i högre inkomstskikt. Det innebär också att ägandet och användandet av sådana bilar subventioneras.

Staten behöver anpassa nivåerna i bilförmånen så att de precis som idag styr mot val av miljöanpassade modeller, men samtidigt som i så liten utsträckning som möjligt stimulerar extra bilkörande. Det kan exempelvis göras genom att förmånsnivåerna justeras så att de avspeglar den verkliga kostnaden för att äga bil, och att den så kallade bränsleförmånen avskaffas (Larsson m.fl. 2017).

Kilometerskatt

Skatter på vägtrafik tas ut för att täcka direkta utgifter för infrastruktur och andra kostnader som vägtrafiken orsakar. Skatterna ska också avspegla de externa, samhällsekonomiska effekter som den enskilde fordonsägaren annars inte tar hänsyn till såsom olyckor, buller, utsläpp och trängsel. Dagens fordonsskatt utgår från fordonets typ och ålder. Fordonsskatten är inte avståndsbaserad.

Förutom skatten på fordon tar staten även ut skatt på drivmedel. Drivmedelsskatten är i praktiken proportionell mot körsträckan (eftersom den avspeglar bränsleförbrukningen) och blir då en form av prissättning på de externa samhällseffekter som uppstår vid användning av bränsleddrivna fordon.

När fordonsflottan elektrifieras kommer drivmedelsskatterna minska i betydelse och fungera allt sämre som prissättning på externa effekter. Det vore därför bättre att gå



över till en avståndsbaserad avgift som baseras på fordonets typ, var fordonet färdas och hur mycket det används (Hennlock m.fl. 2020). Det skulle bättre än idag avspegla externa effekter. Avståndsbaserade skatter kan exempelvis vara lägre på landsbygd än i tätorter, och högst i storstäder. De kan differentieras för olika typer av fordon och ta hänsyn till skillnader i miljöpåverkan.

Det kommer sannolikt ta lång tid innan ett sådant system kan byggas upp nationellt. Regeringen behöver därför inleda arbetet med att utreda hur avståndsbaserade skatter kan införas för olika fordonskategorier.

4.2 Fordonsindustri och batteritillverkare

Miljö och mänskliga rättigheter

För att förebygga negativ miljöpåverkan, dåliga arbetsvillkor för gruvarbetare och brott mot mänskliga rättigheter behöver fordons- och batteritillverkare utveckla system som hanterar leverantörer och inköp av material i tidigare led. De ledningssystem som byggs upp bör utgå från FN:s vägledande principer för företag, barnkonventionen och konventionen om mänskliga rättigheter (United Nations 2011); ILO:s kärnkonventioner om föreningsfrihet, organisationsrätt, tvångsarbete, straffarbete, diskriminering, lika lön, minimiålder och barnarbete samt OECD:s riktlinjer om ansvarstagande leveranskedjor för mineraler från konfliktområden och högriskområden (OECD 2013). Dessa principer och riktlinjer kan ses som en sorts de facto-standard för företag som är ledande inom hållbarhet. Flera länder har exempelvis infört, eller överväger att införa, lagstiftning baserad på OECD:s riktlinjer för ansvarstagande i leveranskedjor.

Företag som ligger långt framme i sitt hållbarhetsarbete har redan idag policyer och uppförandekoder som syftar till att leverantörer följer bland andra ILO:s kärnkonventioner. Efterlevnaden följs exempelvis upp i möten med leverantörsföretag, ledningar och externa revisorer. Denna typ av uppföljningssystem bör harmoniseras med FN:s vägledande principer för företag samt OECD:s riktlinjer som nämns ovan. En sådan harmonisering innebär bland annat att företag gör riskanalyser för att förebygga brott mot mänskliga rättigheter och att man publikt åtar sig att redovisa hur man genomför förbättringar. I exempelvis Frankrike finns lagar som delvis reglerar detta och i Finland utreds frågan. Sverige saknar en motsvarande lagstiftning men frågorna täcks till viss del in av lagen om obligatorisk hållbarhetsredovisning

För att minimera miljörisker kan företag utgå från ISO 14001, eller motsvarande praxis inom branschen. Särskilt viktigt är att minimera risker kopplat till brott mot lokal miljölagstiftning och olyckor eller avvikelser.

Råvaror och värdefulla material

Tillverkare behöver sträva efter att återanvända och återvinna en hög grad av material, särskilt sällsynta och värdefulla ämnen. I ett längre perspektiv behöver material till fordon återvinnas i hög grad med tanke på behoven att framtida samhällen måste ställas om till cirkulära flöden. Ämnen som i särskilt hög grad behöver användas sparsamt, återanvändas och återvinnas är bland annat kobolt, nickel, litium, mangan, koppar, grafit, neodym, dysprosium, platina och palladium.

För fordonsindustrin ökar betydelsen av nya material till batterier och elektronik. Med detta följer att fordonsindustrin har ett ökande ansvar för att materialen hanteras hållbart. Samtidigt får de allt större möjligheter att påverka förhållandena. Med tanke på att andelen eldrivna fordon nu ökar snabbt behöver fordonsindustrin prioritera sitt hållbarhetsarbete mot batterier och elektronik i första hand. Där krävs nya material, och en del av utvinningen sker i delar av världen där hållbarhetsutmaningarna är stora. Även hanteringen av stål och andra mer traditionella material är givetvis viktiga från hållbarhetssynpunkt, men där har fordonstillverkarna varit aktiva länge och har troligen mer utarbetade strukturer.

Litiumjonbatterier är av flera typer. För att underlätta återvinning behöver batteritillverkarna tillhandahålla information om vilken typ av batteri det är fråga om och hur det ska hanteras. En utvecklad märkning av produkterna kan underlätta. Det finns exempel där fordonstillverkare själva hanterar återanvändning av batterier eller bygger upp en infrastruktur för att återvinna eller återanvända delar av batterierna som ett sätt att ta större ansvar och få cirkulära flöden.

Nya material av lättviktstyp och kompositmaterial växer i betydelse. Sådana material köps ofta in från underleverantörer. Det betyder att en större del av energi- och materialbearbetningen flyttar utanför fordonstillverkarna. Detsamma händer när produktionen av drivlinor för förbränningsmotor förskjuts mot elmotorer och elektronik. Den ökade komplexiteten gör att tillverkarna i högre grad plockar ihop komponenter från underleverantörer. Då tappar tillverkaren en del av den direkta kontrollen över sina produkter. Den behöver då i högre grad ställa krav och säkerställa spårbarhet i underleverantörsleden för att behålla kontrollen över hållbarhetsaspekterna.

Utvecklingen mot elfordon gör att det krävs en större insats av elektricitet under tillverkningen. Det beror bland annat på att batterier utgör en större del av produkten men också på att fordonen består av mer komplexa produkter och elektronik. Då blir det också viktigare för fordonstillverkare att försöka påverka vilken typ av el som används både i den egna produktionen och i underleverantörsleden.

Förnybar energi

För att fordon och batterier ska bli hållbara krävs att produktionsanläggningarna försörjs med förnybar energi. Globalt finns stora möjligheter att gå över till förnybar el från sol, vind och vattenkraft. För att produktionen ska vara hållbar behöver även hänsyn tas till lokala boende, areella näringar och miljövärden, exempelvis vindkraftens påverkan på landskap och vattenkraftens påverkan på vattendrag. Detta sker inte alltid idag. Tillverkare i olika led av fordonsbranschen behöver sätta upp mål för att köpa in en ökande andel förnybar energi som framställs med hänsyn till lokal miljö. Batteriproduktionen är energikrävande och därför behöver batteribranschen öka användningen av förnybar el.

Fordonsbranschen behöver även arbeta aktivt med att stödja användarna att nyttja sina elfordon är så miljöanpassat som möjligt, exempelvis genom att ladda klimatsmart el. Det ligger inom ramen för ansvarstagande enligt ett "scope 3"-perspektiv som används inom miljöledning och så kallade science based targets. Företrädare för fordonsindustrin bedömer att elfordonens klimatfördelar är en viktig drivkraft för deras kunder. På motsvarande sätt är det viktigt att tillverkare och distributörer av vätgas till fordon tar fram trovärdiga lösningar för att producera och distribuera förnybar vätgas i tillräcklig skala för att fordonstillverkare ska känna en trygghet i att investera i tekniken.

Möjligheter att säkerställa miljökrav och sociala hänsyn

För att säkerställa att policyer och uppförandekoder efterlevs krävs ett antal åtgärder. Det finns idag flera pågående initiativ som tillverkare kan dra nytta av, exempelvis

Responsible Minerals Initiative³ och Global Battery Alliance.⁴ Dessa erbjuder vägledning för riskanalyser, rapportmallar, webbaserade utbildningar med mera. Ytterligare en viktig funktion är att de erbjuder en möjlighet för ledande företag inom hållbarhet att föra en dialog om hur man kan driva hållbarhetsambitionerna framåt i tidigare leverantörsled. De flesta fordonstillverkare har redan system för uppföljning av uppförandekoder som kan kompletteras. Man behöver säkra efterlevnaden med mer samarbeten, vertikala kontakter och revisioner och kontroll.

Ett särskilt viktigt område är mineraler. Om man inte kan spåra källan för de material som används i tillverkningsprocesser ökar riskerna för avvikelser väsentligt. Tillverkare behöver därför etablera robusta spårbarhetssystem, som utgår från bästa nivån som finns tillgänglig på marknaden. Spårbarhetssystem finns beskrivet inom de initiativ som nämnts ovan.

Även med nya tekniker, exempelvis så kallad blockchain, kvarstår dock utmaningar att spåra källor för vissa materialflöden. Det är svårt att spåra informella flöden från småskalig gruvbrytning till raffinering och förädling. Ett sätt kan vara att etablera långsiktiga relationer med leverantörer av material och tillsammans arbeta för att minimera risker och successivt förbättra miljöprestandan i processer och logistiksystem.

För att få fram batterier med låga koldioxidutsläpp behöver utvinningsprocesserna förändras. Detta kan bland annat åstadkommas genom samlokalisering av gruvbrytning och raffinering av mineraler, användning av energieffektiv teknik, eldrivna arbetsmaskiner och en ökad användning av förnybar el.

Ett sätt att säkerställa ett brett ansvarstagande i hela kedjan kan vara att etablera nära samarbeten med andra aktörsled. Detta eftersom en så stor del av påverkan på miljö och mänskliga rättigheter sker uppströms i värdekedjan. Det kan skapa förtroenden som i sin tur möjliggör långsiktiga investeringar. Det gör det möjligt att utveckla modeller som gör det möjligt att ta ansvar och göra uppföljningar i alla produktionsled.

Branschen behöver också använda miljömärkningar, miljövarudeklarationer och liknande system som gör det möjligt för både kommersiella upphandlare och privatpersoner att ställa krav på miljö och social hänsyn och göra medvetna val.

4.3 Aktörer som återbrukar batterier

Förr eller senare tappar batterier i kapacitet och kan inte längre användas i fordon. En del batterier kan då användas i stationär användning, exempelvis som energilager för att utjämna effekttoppar. Om denna marknad ska kunna växa i större skala behövs företag som specialiserar sig på att kontrollera, renovera och sälja eller hyra ut batterier till stationär användning. Det kan bli en affärsmöjlighet för batteritillverkaren eller fordonstillverkaren men kan också växa fram en marknad med energibolag och andra aktörer som erbjuder begagnade och renoverade batterier.

³ <http://www.responsiblemineralsinitiative.org/>

⁴ <https://pacecircular.org/global-battery-alliance>

Oavsett leverantör behöver man ta ansvar för säker installation och drift. Hantering och återvinning efter sekundär användning behöver också ske i samråd med den fordonstillverkare som har det juridiska ansvaret för batterierna så länge de sitter i fordonen.

Sekundär batterianvändning ger ofta miljönytta. De kan exempelvis användas som stationära energilagrar som ett sätt att minska effekttoppar eller behovet av att köpa el vilket minskar behovet av toppkraft. Men man kan också tänka sig att det uppkommer rekyleffekter i vissa tillämpningar. En ökad tillgång på billiga batterier skulle exempelvis kunna öka efterfrågan på eltjänster som annars upplevs för dyra. Det skulle i förlängningen bli mer miljöbelastande än om batterier inte används i sådana tillämpningar. Detta är inget argument emot att återbruka batterier av miljöskäl, men miljöeffekten av återbruk kan inte alltid sägas vara positiv per definition.

4.4 Aktörer som erbjuder el, vätgas och laddtjänster

Aktörer som bygger laddinfrastruktur och tankställen för vätgas är naturligtvis minst lika viktiga som fordonstillverkarna för att elektromobiliteten ska kunna ta ordentlig fart. Det finns idag ett antal stora, kommersiella aktörer som bygger infrastruktur och utvecklar affärsupplägg för att sälja el och vätgas till fordon. Marknaden befinner sig ännu i en uppbyggnadsfas när det gäller publik laddinfrastruktur för tunga fordon, elvägar och vätgastankställen. Där kommer kommersiella aktörer behöva göra stora investeringar samtidigt som avkastningen inledningsvis kan bli låg. I fallet med elvägar behövs det dessutom ny lagstiftning och nya affärsmodeller innan investeringar kan komma igång.

Kommersiella aktörer behöver våga investera i dessa områden. Samtidigt kan det vara svårt för investerarna att bedöma den framtida efterfrågan. Här behöver kommersiella aktörer samverka med transportbolag, fordonstillverkare och transportköpare för att skapa gemensamma projekt och målbilder så att olika aktörer får stöd av varandra och kan investera i rätt fas. Det kommer också behövas offentlig-finansierade stöd och upphandlingar av viss laddinfrastruktur, och kanske också vätgas.

4.5 Köpare av fordon

Fordonsinköpare får allt större möjligheter att välja laddbara alternativ när man byter fordon. Genom att välja eldrivna modeller bidrar köparen till en omställning mot elektromobilitet. Man bidrar också till att göra eldrivna modeller tillgängliga på andrahandsmarknaden.

Ungefär hälften av alla nyregistrerade personbilar köps av organisationer och företag. Många av deras fordon används på ett förutsägbart sätt som gör det enkelt att välja en laddbar modell.

Energieffektiviteten är viktig även om fordonet går på el. El från förnybara källor ger alltid miljökostnader även om klimatpåverkan är låg och det krävs naturresurser för

att bygga upp nya produktionsanläggningar för vattenkraft, vindkraft och solceller. Det är angeläget att hålla nere användningen av el för att leva resurseffektivt och att minska behovet av elproduktion och ökad elnätskapacitet. Dessutom ökar det utrymme för andra sektorer att elektrifiera, exempelvis stålindustrin som behöver ersätta fossil kol med vätgas i sina processer. Därför är det angeläget att välja energieffektiva modeller även om de är eldrivna.

För att minimera resursuttaget bör man välja fordon som har lagom stora batterier i förhållande till transportbehovet. Det bidrar till att minska utsläppen i tillverkningsledet och hålla nere användningen av kritiska material.

Vid köp av personbilar med laddhybrid bör bilköparen efterfråga uppgifter om hur mycket diesel eller bensen bilen konsumerar med förbränningsmotorn igång. Eftersom laddhybrider kommer att köras en hel del med urladdat batteri är det angeläget att välja modell med låg bränsleförbrukning.

Det är också angeläget att hålla nere antalet fordon i flottan, och att använda de fordon som finns på ett effektivt sätt även om de är eldrivna. Det åtgår energi och naturresurser för att tillverka, underhålla och skrota eller återvinna alla typer av fordon. All körning ger bullrar, ger slitagepartiklar och slitage på infrastrukturen samt driver upp behovet av infrastruktur. Därför behöver även ägare av elfordon använda fordonen effektivt, gärna dela användandet och hålla nere antalet fordon.

En miljömedveten fordonsköpare bör efterfråga transparent information om hur tillverkaren har arbetat med att tillgodose sociala hänsyn, klimat- och miljöpåverkan i tillverkningsleden och produkternas innehåll av kritiska material. Miljörapporter, policyer och åtgärdsprogram kan vara en källa. Det finns också organisationer som tar fram guider om personbilar för att välja miljöanpassade modeller, bland annat Folksam och föreningen Gröna Bilister. Kommersiella köpare kan använda inköpsstöd från Upphandlingsmyndigheten. Denna typ av stöd har ännu inget utvecklat kundstöd om hållbarhetsaspekter av elfordon och batterier, men det kommer säkert att utvecklas i denna typ av handledningar framöver.

Köpare av eldrivna fordon kan också försöka påverka vilket elavtal som används på de ställen där fordonen laddas. Man kan då efterfråga Bra Miljöval-el eller annan tredjepartscertifierad märkning av miljöanpassad el-leverans.

Företag och organisationer behöver vara beredda att betala marknadsmässigt för ny teknik, socialt hållbara lösningar och attraktiva laddtjänster. Kostnaden för elektrifiering behöver bäras av brukarna. Den kan inte betalas i huvudsak med offentliga medel.

Arbetsgivare bör inte subventionera de anställdas körning och parkering med förmånsbeskattade tjänstebilar med motivet att de är laddbara och därmed miljöanpassade. Eldrivna bilar bidrar lika mycket till trängsel och trafikolyckor och de bullrar lika mycket i landsvägstrafik. Ett ökande antal personbilar ökar behoven av vägar och parkeringsytor och det konkurrerar med annan markanvändning och mer yteffektiva trafiklösningar. Man ska definitivt styra sina anställda mot att använda laddbara förmånsbilar, men man bör samtidigt undvika att subventionera bilkörande mer än nödvändigt.

4.6 Köpare av transporttjänster

Åkerier och transportörer får allt större möjligheter att köra laddbara lastbilar, även om utbudet av fordon ännu är mycket begränsat. Transportörens fordonsval bestäms i hög grad av transportköparnas krav. Transportbranschen är prispressad. Det är svårt för enskilda åkare att välja miljöanpassade fordon om det innebär högre totalkostnader eller begränsar flexibiliteten. Miljölösningar som ger merkostnader kräver någon form av konkurrensfördel. Därför har inköpare av transporttjänster en nyckelroll för att öka användningen av eldrivna fordon i transportsektorn.

Företag som köper transporttjänster kan exempelvis efterfråga miljöupplägg där eldrift ingår. Transportköparna behöver uppvisa en betalningsvilja för eldrivna transporter även i de fall som eldrift ger viss merkostnad. Så länge utbudet av eldrivna lastbilar är litet och eldrift kan vara begränsad i räckvidd så kommer marknaden behöva aktiva transportköpare.

Ett tänkbart sätt att upphandla eldrivna transporter på ett flexibelt sätt kan vara att efterfråga eldrivna transporter på leverantörsnivå. Det innebär att transportköpare ber transportören tillhandahålla en modell där köparen garanteras att utföraren fraktar en transportvolym som motsvarar den beställda volymen med eldrift någonstans inom transportörens verksamhet, men inte nödvändigtvis på den rutt som kör till transportköparen. Detta kan jämföras med "grön el" där elköparen garanteras att den konsumerade mängden el har tillförts "grönt" någonstans i elnätet, men inte exakt vid den punkt där elen tas ut av köparen. Det är svårare att försörja vissa transportrutter med eldrivna fordon än andra. Enklaste sättet att introducera eldrivna transporter är då att använda elfordon där förutsättningarna är bäst och sälja dessa som "eltransportkvoter".

Andra sätt för transportköparen att underlätta miljöanpassade upplägg är att vara flexibel med avrop, leveranstider och transportupplägg. Långa kontraktstider gör det också enklare för transportören att utveckla och driftsätta nya upplägg. Det kan exempelvis handla om att man behöver etablera laddinfrastruktur tillsammans med andra aktörer.

Man kan också tänka sig att en upphandlare ställer krav på miljöhänsyn och mänskliga rättigheter i tidigare led som utvinning av material eller tillverkning av fordonstill. Sådana krav kan baseras på den branschpraxis som håller på att utvecklas och som beskrivs i avsnitt 4.1 under *Miljö och mänskliga rättigheter*. Ett särskilt ansvar vilar här på stora, transportköpande företag med höga hållbarhetsambitioner. Om inte fordons- och batteritillverkare får tydliga signaler om att ansvarstagande och spårbarhet värderas av transportköparen är det mindre sannolikt att tillverkarna genomför de investeringar och insatser som är nödvändiga för att nå resultat.

Man kan också tänka sig en praxis där sådana krav tillämpas på transportinköp inom EU. Det skulle innebära att fordonsindustrin i sin roll som transportköpare skulle kunna lita på att den europeiska kravställningen för produkter inom den inre marknaden håller en viss hållbarhetsnivå. En sådan praxis bör i så fall understödjas med lagkrav om exempelvis obligatoriskt ansvarstagande för leveranskedjor och krav på spårbarhet för ingående material i batterier och fordon.

4.7 Aktörer som upphandlar och utför kollektivtrafik

Regionala kollektivtrafikmyndigheter och trafikhuvudmännen ansvarar för landets kollektivtrafik. I många regioner har man idag ambitiösa mål om att öka användningen av eldrivna bussar. Flera regioner har också börjat kräva att bussoperatörerna ska redovisa någon form av klimatavtryck vid tillverkningen av de bussar man använder.

Det finns i dagsläget ingen gemensam standard som gör det möjligt att jämföra miljöprestanda hos olika bussmodeller. Det vore önskvärt om Upphandlingsmyndigheten, trafikhuvudmännen och organisationen Svensk Kollektivtrafik i samråd med tillverkare skulle kunna ta fram någon standard eller manual som gör det enkelt för trafikhuvudmän att kravställa klimatavtryck, mänskliga rättigheter och andra viktiga miljöparametrar hos de fordon som används. Kraven behöver utformas så att bussoperatörer kan föra kraven vidare till sina fordonsleverantörer. Det kan handla om att trafikföretagen ombeds uppvisa miljövarudeklarationer, livscykeldata och motsvarande för fordon batterier eller andra viktiga komponenter.

4.8 Återvinningsföretag

Det är ännu osäkert hur återanvändning och återvinning av komponenter och material i elfordon kommer fungera i stor skala. Eftersom systemen knappt har börjat byggas upp kommer det ta tid innan de är etablerade. Många uttrycker farhågor för att delar av fordon, batterier, komponenter eller infrastruktur inte blir marknadsmässigt lönsamt att återanvända eller återvinna. Det behövs olika former av regleringar eller stöd för att åstadkomma en hög grad av cirkularitet.

Återvinningsbranschen behöver stödja lagstiftare och internationella organ, exempelvis på EU- eller FN-nivå, så att regelverken om återvinning ger en långtgående återvinning av värdefulla och kritiska material. Kanske kan återvinningsföretag också samarbeta med fordonsindustrin och batteritillverkare för att utveckla standarder eller överenskommelser om återvinning, och att återvinna så materialen kan användas i nya fordon.

5 Rekommendationer

I detta kapitel ges några korta rekommendationer till olika aktörer. Punkterna är ett urval av de viktigaste åtgärderna som tas upp i kapitel 4. Här nämns de åtgärder som bedöms vara viktigaste för att kombinera förbättrat hållbarhetsarbete med en omställning mot eldrivna vägtransporter.



Regering och riksdag

- Utred en Human Rights Due Diligence-lagstiftning som bygger på FN:s vägledande principer om företag och mänskliga rättigheter och kan integreras i svensk lag. Driv på för att motsvarande lagstiftning införs på EU-nivå.
- Utveckla reglerna för miljözon klass 3 så att det blir möjligt för kommuner att införa nollutsläppszoner som endast gäller för tung trafik.
- Följ revideringen av EU:s direktiv om återvinning av batterier och påverka utformningen mot en effektiv insamling och cirkulära flöden av material, med fokus på värdefulla batterimaterial där efterfrågan kommer att stiga kraftigt.
- Fortsätt stödja viss uppbyggnad av infrastruktur för laddning. Särskilt viktigt är att initiera publik laddning i lägen som har strategisk betydelse, men där kommersiella aktörer har svårt att hitta lönsamhet.
- Utred möjligheten att införa en differentierad trängselskatt för nyttofordon där tunga elfordon premieras.
- Tillsätt en utredning om hur fordonsskatten för både lätta och tunga fordon kan göras avståndsbaserad. Skatteuttaget behöver anpassas till att eldrivna fordon har stora miljöfördelar och att samhällskostnader från vägtrafik är högre i tätort än på landsbygd.
- Öka insatser och styrmedel som styr mot en hög andel gång, cykel och kollektivresande, smarta resedelningstjänster, effektiva transportupplägg, transporteffektiv infrastruktur och bilsnåla städer. Även om elfordon är tysta och utsläppsfria så behöver samhället bli mer resurseffektivt med hänsyn till kommande generationers behov av råvaror och material.

Kommuner

- Utred möjligheter att införa miljözon klass 3 i mindre områden i städer, industriområden och liknande. Annonsera införandet flera år i förväg och ha en dialog med berörda.

Fordonsindustri och batteritillverkare

- Sträva efter att utveckla produkter med en hög grad av allmänt förekommande ämnen. Eftersträva ett lågt innehåll av sällsynta och konfliktrelaterade ämnen.
- Utforma produkterna på ett sätt som underlättar återanvändning och återvinning. Identifiera kritiska produktionsfaser eller produkter, fokusera på de resursmässigt viktiga och mest kritiska materialen.



- Samverka med aktörer i flera led. Miljöanpassa processer och säkerställ miljöhänsyn och socialt ansvarstagande i utvinnings- och bearbetningsleden.
- Underlätta för era kunder att ställa höga miljökrav och välja produkter som driver marknaden i hållbar riktning. Var transparent. Deklarera innehållet av viktiga ämnen och deras klimatfotavtryck. Använd etablerade metoder för livscykelanalys och miljövarudeklarationer.

Köpare av fordon

- Välj inte fordon med större batterier än användningen kräver. Det ger lägre utsläpp i tillverkningsledet och minskar användningen av kritiska material.
- Välj en energieffektiv modell. Jämför tillverkarens uppgifter. Om du väljer personbil med laddhybrid, köp modell som har låg energiförbrukning när bilen körs med urladdat batteri och förbränningsmotor.
- Fråga efter dokumentation som gör det möjligt att jämföra olika modellers miljöprestanda och klimatfotavtryck samt som beskriver tillverkarens arbete med att säkerställa en god återvinning av fordon, batterier och andra viktiga material.
- Använd Bra Miljöval-el eller annan tredjepartscertifierad el-leverans med bra miljöprestanda till de ställen era fordon laddas.
- Som arbetsgivare, subventionera inte anställdas körning och parkering med förmånsbeskattade tjänstebilar även om de är eldrivna.

Köpare av transporttjänster

- Efterfråga elektrifierade miljöupplägg i upphandlingar och ramavtal. Efterfråga gärna eldrivna upplägg på "massbalansnivå".
- Kräv att leverantörer av transporttjänster ska uppvisa transparenta system som säkerställer miljömässiga och sociala krav. Kräv att de i sin tur ställer sådana krav på underleverantörer av transporttjänster, leverantörer i andra led av transportkedjan, samt på sina leverantörer av fordon.
- Visa att ni har betalningsvilja för miljöanpassade och socialt ansvarstagande transporttjänster.

Kollektivtrafikaktörer

- Upphandla en ökande andel busstrafik med eldrift. Ställ krav på trafikföretag, krav som i sin tur kan föras vidare till deras leverantörer, på att uppvisa miljövarudeklarationer, transparent



hållbarhetsarbete och bra miljöprestanda hos de fordon som används.

Miljö- och människorättsorganisationer

- Påverka regeringar att utveckla regelverk för bindande krav på producentansvar för miljö och mänskliga rättigheter i tidigare produktionsled, exempelvis lagstiftning om transparens och ansvarstagande leveranskedjor.
- Stöd upphandlare, företag och privatpersoner som vill göra aktiva val. Det kan exempelvis handla om att utveckla partnerskap och utmaningar eller ta fram miljömärkningar eller standarder.

6 Referenslista och litteraturtips

Referenser

Byman, K. (2015): *Elproduktion. Tekniker för produktion av el*. Ingenjörsvetenskapsakademin

EEA (2019): <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/overview-of-the-electricity-production-2/assessment-4>

Eliasson, J. (2019): *Personbilstillverkarnas strategier för en fossilfri fordonsflotta*. PM på uppdrag av Bil Sweden.

Ellingsen, L. A.-W. et al (2016): *The size and range effect: Lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles*. Environ. Res. Lett. 11 054010

Emilsson, E. och Dahllöf, L. (2019): *Lithium-Ion Vehicle Battery Production. Status 2019 on Energy Use, CO2 Emissions, Use of Metals, Products Environmental Footprint, and Recycling*. IVL Report C444 november 2019.

Energimyndigheten (2017). *Strategisk plan för omställning av transportsektorn till fossilfrihet*. Rapport ER 2017:07

Energimyndigheten (2019 a): *Energiläget i siffror 2019* (excel).

Energimyndigheten (2019 b): *Komplettering till Kontrollstation 2019 för reduktionsplikten*. 2019-10-26.

Energimyndigheten (2019 c). *Drivmedel 2018. Redovisning av rapporterade uppgifter enligt drivmedelslagen, hållbarhetslagen och reduktionsplikten*. Rapport ER 2019:14

Hennlock, M., Hult, C., Roth, A., Lars Nilsson, L., Nilsson, M., Sprei, F., Kåberger, T. (2020). *Vägskatt för personbilar*. IVL rapport C 469.

IEA (2019 a): *Electricity information: Overview*. IEA Statistics, 2019 edition. International Energy Agency.

IEA (2019 b): *Global EV Outlook 2019. Scaling-up the transition to electric mobility*. International Energy Agency.

IEA (2019 c). <https://www.iea.org/reports/tracking-power-2019>.

Karlsson, S. (2014): *Hur energieffektiva är elbilar?* Kapitel i boken *Perspektiv på eldrivna fordon* s. 14-15.

Klimatpolitiska rådet. (2019). *Klimatpolitiska rådets rapport*. Klimatpolitiska rådet.

Kloo, H. och Larsson, M.-O. 2019. *Jämförelse av tekniker för klimatsmarta tunga godstransporter*. IVL Svenska Miljöinstitutet rapport C 384.



Larsson, M.-O., Roth, A., Styhre, L., Koucky, M. (2017): *Småreformer för miljöanpassat resande. Förslag till nationella åtgärder som kan genomföras inom nuvarande lagstiftning*. IVL Svenska Miljöinstitutet rapport C 249.

Melin, H.-E. (2019): *Forskningsöversikt om återvinning och återbruk av litiumjonbatterier*. Circular Energy Storage. På uppdrag av Energimyndigheten.

Myfuelcell (2020): <https://www.myfuelcell.se/framst%C3%A4llning-av-v%C3%A4tgas>

Nyhetsbrevet OmEV. Daglig omvärldsanalys av vägfordon med eldrivlina.
www.omev.se.

OECD (2013). *OECD Due Diligence Guidance for Responsible Supply Chains of Minerals from Conflict-Affected and High-Risk Areas*. Second Edition, OECD Publishing. Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264185050-en>

Oica 2020: <http://www.oica.net/category/sales-statistics/>

Powercircle (2019). *Batteriers miljöpåverkan*. Faktablad.

Ridell, B. och Pohl, H. (2019). *Bränsleceller syntesrapport 2016 – 2019. Teknik och omvärldsbevakning bränsleceller*. Energiforsk.

Romare, M. och Dahllöf, L. (2017). *The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries*. IVL Svenska Miljöinstitutet rapport C 243.

Transportinköpspanelen (2017-). Forskningsprojekt med finansiering av Energimyndigheten. Se <https://www.ivl.se/sidor/aktuellt-forskning/forskningsprojekt/transporter/energieffektiva-godstransporter-for-att-minska-utslappen.html>

och

<https://www.chalmers.se/sv/centrum/northern-lead/transportinkopspanelen/Sidor/default.aspx>

Trafikverket (2016). *Åtgärder för att minska transportsektorns utsläpp av växthusgaser – ett regeringsuppdrag*. Trafikverket 2016:111.

Transport and Environment (2018). *CO2 emissions from cars: the facts*. A report by Transport & Environment.

Transport and Environment (2020). *How clean are electric cars? T&E's analysis of electric car lifecycle CO2 emissions*. A briefing by Transport & Environment.

United Nations (2011): *Guiding principles on business and human rights*. HR/PUB/11/04.

https://www.ohchr.org/Documents/Publications/GuidingPrinciplesBusinessHR_EN.pdf

Utredningen om fossilfri fordonstrafik (2013): *Fossilfrihet på väg*. Betänkande av utredningen om fossilfri fordonstrafik. SOU 2013:84.



Vattenfall (2020): <https://www.vattenfall.se/fokus/eldrivna-transporter/racker-elen-till-elbilarna/>

Vätgas Sverige (2013): *Vätgas och bränsleceller - pusselbitar i det förnybara energisystemet*. Broschyr.

Wisell, T., Hult, C., Larsson, M.-O., Fredricsson, C. 2020: *Omvärldsanalys och långtidsbedömning av den svenska vägfordonsflottans utveckling*. IVL rapport C 476.

Ytterligare litteraturtips

Amnesty International (2016): *This is what we die for – Human rights abuses in the Democratic Republic of the Congo power the global trade in cobalt*.

Amnesty International (2017): *Time to recharge – Corporate action and inaction to tackle abuses in the cobalt supply chain*.

Amnesty International Public Statement (2019): *DRC: Crisis in mines requires sustainable solution*.

European Commission (2019): *Commission staff working document on the evaluation of the Directive 2006/66/EC on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators and repealing Directive 91/157/EEC*.

EU-kommissionens arbete med kritiska material:

https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en

Cap Gemini Research Institute (2020): *The Automotive Industry in the Era of Sustainability*.

Nordelöf, A., Romare, M., Tivander, J. 2017: *Miljöpåverkan från elektriska stadsbussar. Livscykelanalys av kollektivtrafikbussar drivna med elektricitet, biobränslen och diesel baserat på Electricity-linjen*. Miljösystemanalys, Teknikens ekonomi och organisation, Chalmers Tekniska Högskola 2017. Rapport nr. 2017:9 (2)

Teske, S., Florin, N., Dominish, E. and Giurco, D. (2016) *Renewable Energy and Deep-Sea Mining: Supply, Demand and Scenarios*. Report prepared by ISF for J.M.Kaplan Fund, Oceans 5 and Synchronicity Earth, July 2016.

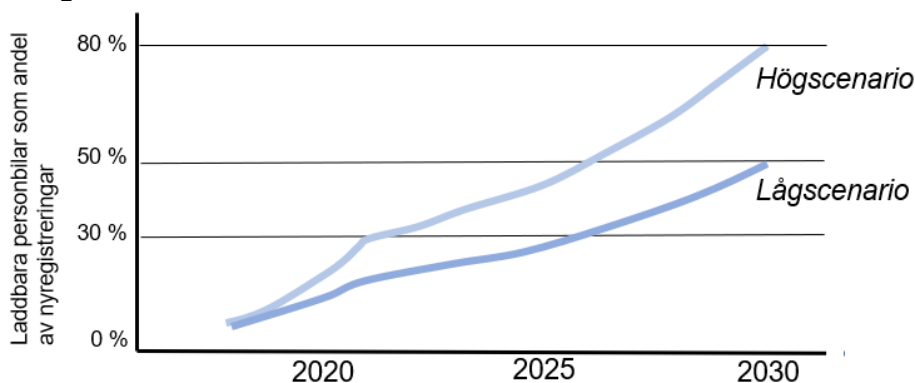
Bilaga 1 – Prognoser om utvecklingen av elfordon

Prognoser för laddbara fordon i Sverige

I januari 2020 var 2 procent av Sveriges personbilar laddbara. Merparten var laddhybrider (1,6 procent) och resten fullelektriska bilar (0,6 procent). Det fanns också enstaka bränslecells-bilar som drivs med vätgas. De laddbara modellerna utgjorde 20-25 procent av nyförsäljningen under de första månaderna av 2020.

Branschorganisationen Bil Sweden bedömer att försäljningen av laddbara personbilar kommer att öka kraftigt de kommande åren. De anser att mellan 50 och 80 procent av nyförsäljningen av personbilar kommer vara laddbara bilar år 2030 (Eliasson 2019). Se figur 1. De har också tagit fram färdplaner för introduktionen av elfordon tillsammans med regeringens samordnare för Fossilfritt Sverige. Där sägs att upp till 50 procent av nyförsäljningen av tunga lastbilar kan vara laddbara år 2030. Färdplanerna kan ses som scenarier med många samverkande faktorer.

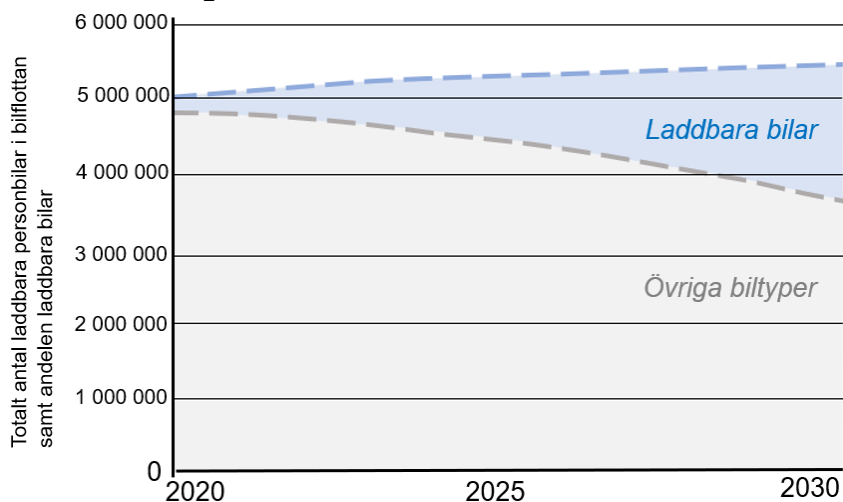
Figur 1: Prognos över andelen laddbara personbilar i nyregistreringar i Sverige till 2030



Källa: Personbilstillverkarnas strategier för en fossilfri fordonsflotta (Eliasson 2019)

I takt med ökad nyförsäljning utgör de laddbara bilarna en allt större andel av den befintliga flottan. Energimyndigheten har gjort en prognos av andelen laddbara personbilar i personbilsflottan till år 2030. Ungefär en tredjedel av bilarna kan då vara laddbara (Energimyndigheten 2019 b). Se figur 2.

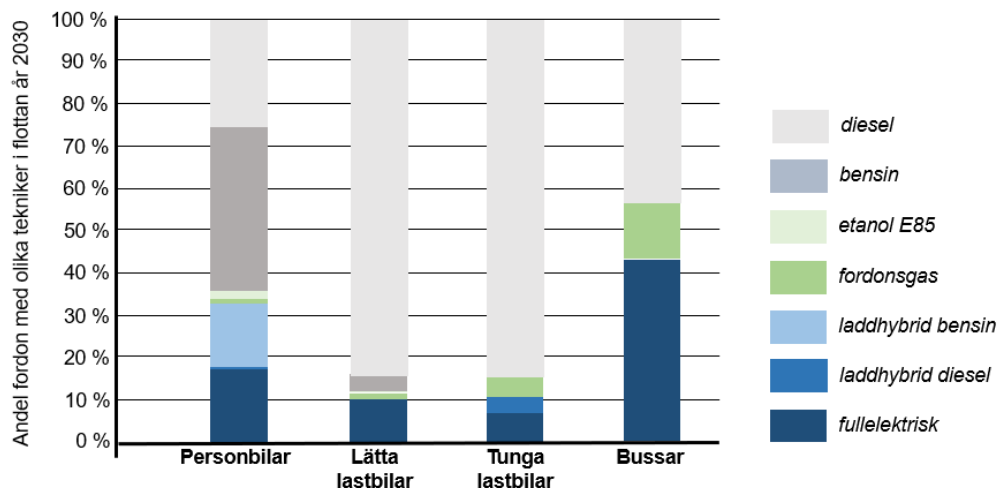
Figur 2: Prognos över andelen laddbara personbilar i flottan av personbilar i Sverige till 2030



Källa: Komplettering till Kontrollstation 2019 för reduktionsplikten. (Energimyndigheten 2019)

IVL Svenska Miljöinstitutet har sammanställt scenarier för fordonsflottans förändring fram till 2030 (Wisell m.fl. 2020). Där bedöms andelen laddbara fordon år 2030 kunna utgöra drygt 30 procent av beståndet av personbilar, 10 procent av lastbilarna och nästan 50 procent av bussarna. Se figur 3.

Figur 3: Prognos över andelen fordon med olika tekniker och drivmedel i fordonsflottan i Sverige år 2030



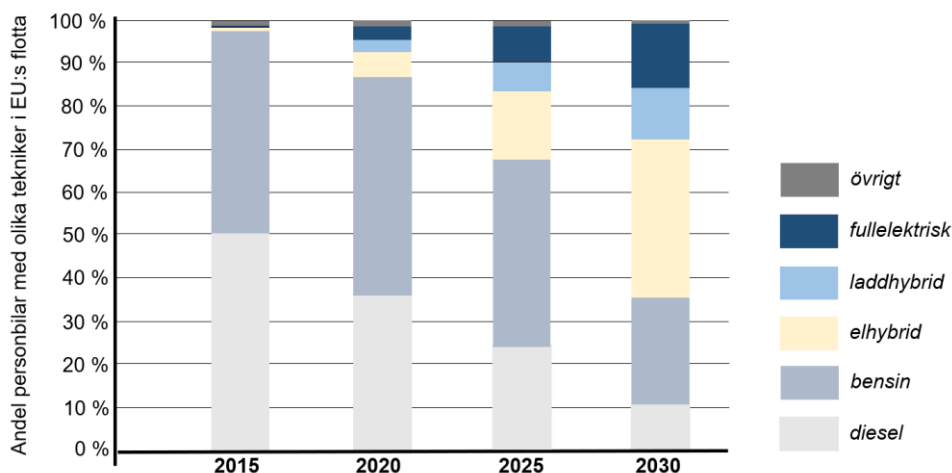
Källa: Omvärldsanalys och långtidsbedömning av den svenska vägfordonsflottans utveckling (IVL 2020).

Prognoser för laddbara fordon i Europa

OECD-organet IEA gör scenarier för den globala utvecklingen av elfordon (IEA 2019 b). Deras "new policy scenario" utgår från beslutade nationella styrmedel och regelverk runtom i världen, officiella målsättningar och kommande beslut. Enligt

detta scenario kommer ungefär 30 procent av nyförsäljningen av personbilar i Europa vara laddbara år 2025. Till år 2030 bedöms andelen öka till 60 procent. Beräknat på EU-länderna med samma scenario kommer nästan 30 procent av hela personbilsflottan i EU vara laddbar år 2030. Se figur 4.

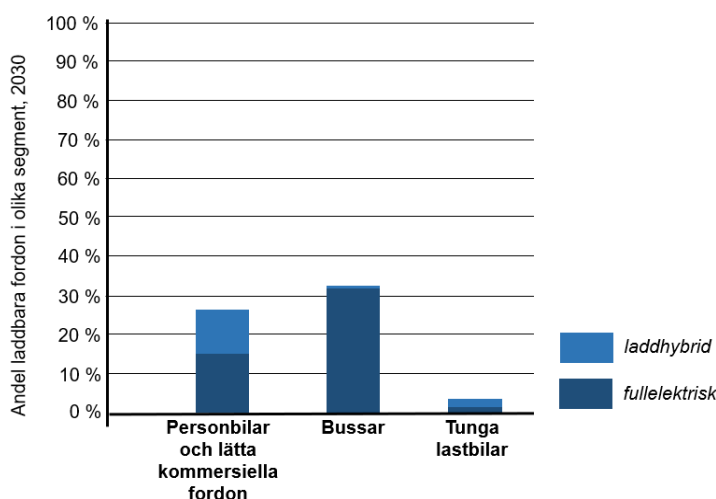
Figur 4: Sammansättningen av personbilsflottan inom EU till år 2030 enligt IEA:s new policy scenario



Källa: Global EV Outlook 2019 (IEA 2019 b). IEA:s "New policy scenario" innebär att hittills fattade beslut och målsättningar i olika delar av världen genomförs.

För fordonsparken som helhet i Europa (inte bara EU) bedömer IEA att ungefär 25 procent av nyförsäljningen av personbilar och lätta lastbilar kommer vara laddbara år 2030, ungefär 30 procent av bussarna och 5 procent av de tunga lastbilarna. Se figur 5.

Figur 5: Laddbara fordons andel av nyförsäljningen för fordon i olika segment inom Europa år 2030 enligt IEA:s new policy scenario



Källa: Global EV Outlook 2019 (IEA 2019 b). IEA:s "New policy scenario" innebär att hittills fattade beslut och målsättningar i olika delar av världen genomförs.

Prognoser för laddbara fordon globalt

Globalt finns ungefär 1,3 miljarder bilar. Under 2019 tillverkades i världen 64 miljoner personbilar och 27 miljoner kommersiella fordon (Oica 2020). Det fanns ungefär 6 miljoner laddbara personbilar och kommersiella fordon år 2018 (IEA 2020 b). Av dessa var ungefär 5 miljoner personbilar, 500 000 bussar, 250 000 lätta transportfordon och 5 000 lastbilar. Enligt IEA:s bedömning kommer de laddbara bilarna, lastbilarna och bussarna sammantaget öka på global nivå till drygt 50 miljoner år 2025 och fler än 130 miljoner år 2030.

Enligt analysföretaget Bloomberg NEF kommer laddbara personbilar globalt stå för 10 procent av nyförsäljningen år 2025 och ungefär 30 procent år 2030 samt 60 procent 2040. De förutspår att bilflottan år 2040 är 1,6 miljarder bilar och att den då består av ungefär 30 procent laddbara bilar. Enligt Bloomberg NEF kommer närmare 70 procent av bussflottan år 2040 bestå av batteribussar och resten försedda med bränsleceller och dieselmotorer. En tredjedel av lastbilarna nära städer förutspås vara laddbara eller bränslecellsdrivna år 2040.

Bloomberg NEF:s prognos för bränslecellsdrivna fordon är att 1 procent av personbilarna har bränsleceller år 2040. För nyförsäljningen år 2040 bedömer man att bränslecellsfordon utgör 1,5 procent av medeltunga fordon, 4 procent av tunga fordon och 6,5 procent av stadsbussarna (nyhetsbrevet Omev 2020-05-27).

Försäljningen kommer vara fokuserad i vissa områden som t ex Kalifornien, Kina, Japan, vissa delar av Europa samt Sydkorea.

Bilaga 2 – Olika typer av elfordon

Laddhybrider och fulllektriska fordon

Laddhybrider är fordon som har en kombination av elmotor och förbränningsmotor. De flesta personbilar med laddhybridteknik har ett batteri som räcker upp till fem mil med ren eldrift.

Om man endast studerar försäljningen av laddbara personbilar så skiljer sig fördelningen mellan fulllektriska och laddhybrider avsevärt åt mellan olika europeiska länder (IEA 2019 b). I länder där fulllektriska bilar dominerar, exempelvis Norge, Nederländerna och Frankrike, är de nationella stödsystemen i första hand inriktade på batterifordon. I länder där försäljningen av laddhybrider dominerar, exempelvis Sverige och Storbritannien, är inte stöden lika ensidigt inriktade på fulllektriska bilar. Där tar laddhybrider större marknadsandelar, bland annat för att inköpspriserna inte skiljer sig lika mycket från motsvarande konventionella modeller och för att de kan upplevas mer flexibla i räckvidd och inte kräver långa laddtider.

Många bedömare tror att andelen batteri-elbilar kommer att öka gradvis och så småningom bli vanligare än både laddhybrider och bilar med förbränningsmotor. I takt med att batterikostnaden går ner och laddinfrastrukturen byggs ut kommer fulllektriska bilar bli alltmer attraktiva. Eftersom laddhybrider har en kombination av två system, förbränningsmotor och elmotor, finns en merkostnad för laddhybrider som ger en allt större nackdel i takt med att utbudet av elbilar i ökar, volymerna går upp och batteripriserna fortsätter sjunka.

För lätta lastbilar och bussar är batterifordon sedan länge konventionell teknik, även om de fortfarande står för en liten del av försäljningen i Sverige och Europa. Mellanstora lastbilar för lokal och regional distributionstrafik har nyligen börjat kommersialiseras på den globala marknaden och enstaka modeller säljs nu på svenska marknaden.

Bussar och lastbilar för distributionstrafik finns både som laddhybrider och fulllektriska fordon. Men till skillnad från personbilar är en högre andel av de laddbara kommersiella fordonen redan nu fulllektriska. Det beror bland annat på att sådana fordon ofta används i bestämda rutter som inte kräver lika flexibel räckvidd. Det blir också en större konkurrensfördel om tunga fordon kan köras på el eftersom drivmedel är en större del av kostnaden i sådan trafik.

För fjärtrafik med lastbil är teknikvalen mer osäkra. Utvecklingen av lättare och effektivare batterier går fort och även långväga godstrafik på väg kommer att kunna utföras med batteri-lastbilar. Det finns dock alternativ med elvägar eller bränsleceller som kan vara konkurrenskraftiga (se nedan).

Elfordon med bränsleceller

Elfordon som försörjs med el från bränsleceller utvecklas relativt snabbt. Det är svårt att bedöma vilket marknadsgenomslag den tekniken kan få i olika marknadssegment. Det läggs stora forskningsresurser internationellt och det finns testflottor med både lätta och tunga fordon på många håll. Det avgörande för genomslaget är sannolikt en kombination av kostnader och prestanda hos bränslecellerna. Viktigt blir också hur

energiaktörer kommer att agera och var de börjar bygga ut infrastruktur för att tanka vätgas. Bränslecellsdrivna distributionsfordon kan bli konkurrenskraftiga på vissa marknader där infrastruktur byggs för regional trafik eller för längre distribution. I dagsläget går det inte att bedöma var infrastrukturen kan komma att byggas ut i kommersiell skala, men sannolikt i vissa regioner eller länder i både USA, Europa och delar av Asien. Utvecklingen i Sverige är än så länge osäker. Idag finns ett fåtal tankställen.

Elvägar och fordon med strömavtagare

Det pågår en viss utveckling av elvägar. Elvägar är en teknik som har använts länge till trådbussar och som kan få en ny användning för andra vägfordon. Med elvägar tillförs energi från luftledning eller ledningar i vägbanan. Det gör att fordonen kräver mycket mindre batterier. Å andra sidan kan fordonen användas endast på eller i närheten av rutter där elvägar byggs ut. Denna teknik ses i första hand som en nisch för regional eller långväga distribution längs vissa huvudvägnät. Elvägar studeras bland annat Sverige, ytterligare några europeiska länder och USA.

Elvägar finns med flera tekniker. Konduktiv överföring innebär att fordonet har direkt kontakt med strömförande ledning med en strömavtagare, på samma sätt som tåg (el uppifrån) eller leksaksbilbana (el från vägbanan). Vid induktiv överföring tar fordonet upp energi kontaktlöst genom att utnyttja elektromagnetiska fält från ledningar i vägbanan, med motsvarande teknik som man kan ladda tandborstar och mobiltelefoner trådlöst.

Pågående projekt med elvägar fokuserar på tunga fordon. I princip skulle elvägar även kunna fungera för lätta fordon. I så fall skulle kostnaden för infrastruktur kunna delas mellan många fler användare. Å andra sidan skulle tekniken och infrastrukturen behöva anpassas till fler typer av fordon. Exempelvis kan man inte använda luftledningar i sådana system.

Kombinationer med räckviddsförlängare

Sannolikt kommer det att finnas ett ökande utbud av fordon med kombinationer av räckviddsförlängare. Där optimeras fordonets funktion mellan batterier, bränsleceller eller förbränningsmotor av olika beskaffenhet beroende på användningsområde, kostnader och infrastruktur.

Bilaga 3 - Matris med hållbarhetsaspekter

Denna bilaga innehåller tabeller över de viktigaste hållbarhetsaspekterna indelade i olika steg av värdekedjan för fordon. Tabellerna redovisar resultatet av den utvärderingsmetod som använts under projektet. Olika hållbarhetsaspekter i värdekedjan har beskrivits och därefter gjordes en översiktlig multikriterieanalys som bedömer olika hållbarhetsaspekter för eldrivna fordon, energibärare och infrastruktur och vilka aktörer som har störst rådgighet. Aspekterna har beskrivits utifrån miljömässig och social hållbarhet.

Tabell 1. Utvinning och bearbetning av råvaror

Bedömningen avser globala marknader

| Hållbarhetsaspekter | Utmaningar | Aktörer |
|--|---|--|
| Ianspråktagande av naturmiljöer, landskap, kulturmiljöer och bebyggelse | Täktverksamhet ger ofta stor lokal påverkan, omdanar landskap och skadar miljöer kraftigt. Kan ha stor påverkan på biologisk mångfald, sociala effekter och mänskliga rättigheter kopplade till exploatering av miljöer som utnyttjas för boende, jordbruksmark eller andra verksamheter. Även återställning efter avslutad täkt och medel avsatta för detta är en viktig aspekt. | Direkt ansvar Nationella och regionala myndigheter med ansvar för miljötillsyn, arbetsmiljö och mänskliga rättigheter. |
| Arbetsmiljö och mänskliga rättigheter i gruvor, täkter, oljefält, jord- och skogsbruk etc. | Korruption, svagt rättsskydd och otillräckliga arbetsmiljöregler förekommer i vissa länder och regioner. | Företag och branschaktörer i gruv- och bearbetningsindustrin. |
| Miljö- och hälsopåverkande utsläpp samt buller från anläggningar. | Gruvning, täkter, bearbetningsindustri och oljeindustri kan ge kraftig lokal påverkan på hälsa, miljö och biologisk mångfald. Dessutom kan miljökraven vara otillräckliga och regelbrotten svaga i vissa länder och regioner. | Berörda transportföretag med möjlighet att påverka villkor i transportleden. |
| Utsläpp av växthusgaser från processer och bearbetning | Gruvindustrin och bearbetningsverksamhet försörjs till stor del med fossil energi. | |
| Transporter av material och avfall till och från anläggningar | I transportkedjan kan förekomma dålig arbetsmiljö, osäkra anställningsvillkor eller dåligt skydd för mänskliga rättigheter. Fordonen som utför transporterna kan ge lokala miljöstörningar och utsläpp av växthusgaser. | Indirekt ansvar Producenter och underleverantörer till fordonsindustrin, batteritillverkare, elektronikbransch etc har möjlighet att påverka med upphandling, aktörssamverkan och tredjepartscertifierad uppföljning av etablerade branschstandarder för social och miljömässigt hållbar produktionskedja. |



Tabell 2. Tillverkning av fordon och komponenter

Bedömningen avser globala marknader

| Hållbarhetsaspekter | Utmaningar | Aktörer |
|---|--|--|
| Naturresurser och råvaror till fordon, komponenter och kringutrustning | Fordonstillverkning kräver ändliga, sällsynta och kritiska material, bla. stål, aluminium koppar, litium, neodym, platina, kobolt. Även mer konventionella material av plast, metaller samt olika kemikalier. Naturmiljö, hälsa och biologisk mångfald påverkas vid utvinning av materialen (enligt tabell 1). Materialhanteringen behöver baseras i mycket högre grad på återvunna material och cirkulära flöden. | Direkt ansvar Nationella och regionala myndigheter med ansvar för miljötillsyn, arbetsmiljö och mänskliga rättigheter. |
| Arbetsmiljö och mänskliga rättigheter vid produktionsanläggningar | Korruption, svagt rättsskydd och otillräckliga arbetsmiljöregler förekommer i vissa länder och regioner. | Fordonstillverkare, underleverantörer och batteribranschen har ansvar för att välja långsiktigt hållbara material och underlätta återanvändning och återvinning när produkter är uttjänta, ta socialt ansvar m.m. |
| Miljö- och hälsopåverkande utsläpp samt buller från anläggningar | Påverkan på hälsa, närboende och närmiljö samt biologiska värden. | Berörda transportföretag med möjlighet att påverka villkor i transportleden. |
| Energianvändning och utsläpp av växthusgaser från produktionsanläggningar | Fordonsindustrin försörjs till stor del med fossil energi. Tillverkning av elfordon med batterier ger större klimatpåverkan än motsvarande fordon med förbränningsmotor. | Indirekt ansvar Fordonstillverkare, underleverantörer och batteribranschen som inköpare av produkter tidigare i kedjan har möjlighet att driva utvecklingen med upphandling, aktörssamverkan och tredjepartscertifierad uppföljning. |
| Transporter av material, produkter och avfall till och från anläggningar | I transportkedjan kan förekomma dålig arbetsmiljö, osäkra anställningsvillkor eller dåligt skydd för mänskliga rättigheter. Fordonen som utför transporter kan ge lokala miljöstörningar och utsläpp av växthusgaser. | |

Tabell 3. Infrastruktur och markanvändning

Bedömningen avser svenska förhållanden

| Hållbarhetsaspekter | Utmaningar | Aktörer |
|---|---|--|
| Markanspråk till vägar samt infrastruktur för el och vätgas | Ianspråktagande och påverkan på bebyggelse, stadsmiljö, kulturmiljö, naturmiljö, biologisk mångfald och landskapsupplevelse. Behov av ytor till laddplatser och tankställen. Påverkan på landskapsbild från elvägar med luftledning. Skapa system för ekologisk kompensation som lindrar eller kompenserar effekten av ingrepp. | Direkt ansvar Nationella, regionala och lokala myndigheter med ansvar för markanvändning och miljötillsyn. |
| Naturresurser och material | Förbrukning av ändliga, sällsynta eller kritiska material såsom berg och jordarter, oljeprodukter, stål, betong, koppar med flera. Påverkan på naturmiljö och biologisk mångfald vid utvinning av material enligt föregående tabell. | Energibolag, nätägare, laddtjänstoperatörer och gasdistributörer som utvecklar och driver infrastruktur. |
| Anläggningsarbeten och underhåll | Hälsofarliga, miljöstörande och klimatpåverkande utsläpp samt bullerstörningar vid byggnation och underhåll av infrastruktur. Störst störningar vid anläggningsbyggnation, mindre återkommande vid underhåll. | |



Tabell 4. Framställning och användning av el och vätgas

Bedömningen avser globala marknader

| Hållbarhetsaspekter | Utmaningar | Aktörer |
|---|--|--|
| Markanspråk, miljö- och hälsopåverkan samt buller från kraftverk, produktionsanläggningar och distributionssystem | Energianläggningar kan skapa konflikter med biologisk mångfald, kulturmiljövärden och landskapsupplevelse. Vattenkraft ger ofta kraftiga skador på biologi och landskap vid floder och vattendrag. Odling av biobränslen kan ge konflikter med biologisk mångfald, läckage av gödande och spridning av bekämpningsmedel. Biobränsle drivna förbränningsanläggningar ger utsläpp av miljöstörande och hälsopåverkande utsläpp. Vindkraft ger ofta påtagliga intrång i landskapet, utgör skaderisker för bl.a. fågelliv och fladdermöss och kan skada marina värden till havs. Vindkraftverk nära bebyggelse kan ge bullerstörningar och ljusfenomen. Vid ökad användning av vattenkraft, vindkraft och solkraftsparker ökar exploateringstrycket på nya naturområden. Tåktverksamhet och utvinning av radioaktiva bränslen kan ge radioaktiv påverkan på hälsa och omgivning. | Direkt ansvar Nationella, regionala och lokala myndigheter med ansvar för markanvändning och miljötillsyn. Berörda aktörer inom energibranschen. |
| Naturresurser och råvaror till framställning av el och vätgas | Material behövs för att bygga upp anläggningar för biobränsleanläggningar vattenkraft, vindkraft, och solceller. Naturresurser används för att producera el i förbränningsanläggningar. | Indirekt ansvar Fordonstillverkare, underleverantörer och batteribranschen som inköpare av produkter har i vissa fall möjlighet att driva utvecklingen med upphandling, aktörssamverkan och tredjepartscertifierad uppföljning. Dock begränsad rådighet. |
| Utsläpp av växthusgaser vid produktion av el och vätgas | Vätgas görs av naturgas och kol idag. El görs av kol, olja, naturgas. Odling och förbränning av bioråvaror ger varierande grad av klimatpåverkande utsläpp, exempelvis metan och lustgas. | |
| Arbetsmiljö och mänskliga rättigheter vid produktionsanläggningar och distributionssystem | Korruption, svagt rättsskydd och otillräckliga arbetsmiljöregler förekommer i vissa länder och regioner. Vattenkraftsprojekt kan tvinga människor och odlingar att flytta. | |
| Brand, olyckor och läckage | Hantering av vätgas är förknippat med brand- och olycksrisker. | |
| Radioaktiv påverkan | Radioaktiva råvaror, kärnkraftsanläggningar och avfallsprodukter är förknippade med mycket allvarliga miljö- och hälsorisker vid driftstörningar eller olyckor, samt säkerhetspolitiska risker vid militära konflikter och terrorism. | |
| Elektromagnetiska fält | Allmänhet kan komma att uppfatta elektromagnetiska fält kring infrastruktur för att distribuera el, elvägar eller laddstationer som en hälsorisk även om vetenskapliga riskbedömningar inte skulle stödja sådana uppfattningar. | |
| Potential för ökad produktion av förnybar och hållbar el | Globalt finns stora möjligheter att kraftigt öka produktionen av förnybar el med sol, vind och vattenkraft. För att produktionen ska vara hållbar behöver även hänsyn tas till lokala miljövärden, exempelvis vindkraftens påverkan på landskap och vattenkraftens påverkan på vattendrag. Detta sker inte alltid vid utbyggnader idag och i vissa fall görs kraftiga lokala ingrepp. | |



Tabell 5. Användning av fordon

Bedömningen avser svenska förhållanden

| Hållbarhetsaspekter | Utmaningar | Aktörer |
|---|---|---|
| Miljö- och hälsopåverkande utsläpp samt buller från fordon | Hälsopåverkan från partikelproduktion vid slitage mellan däck och vägbana, från bromsbelägg m.m. Vindbuller från fordon. | Direkt ansvar Nationella, regionala och lokala myndigheter infrastruktur och trafikplanering. |
| Trafikens inverkan på stadsmiljöer, bebyggelse, kulturmiljöer, landskap, kustmiljöer etc. | Fordon i trafik ger barriäreffekter längs trafikerade vägar och spårvägar. Stadsmiljöer påverkas av uppställda fordon och ytbehov till trafikleder, parkeringsytor med mera. Bullerstörningar från fordon påverkar miljöupplevelser och kan påverka närboendes hälsa. | Berörda transportföretag med möjlighet att påverka villkor i transportleden. |
| Trängsel och köbildning | Vägfordon skapar trängsel, olycksrisker och konflikter om markanvändning med andra trafikslag. | |
| Trafikolyckor | All trafik skapar olycksrisker. Störst antal trafikolyckor orsakas av vägfordon. | |
| Risker för brand, olyckor och läckage | Fordon med batterier eller vätgaslagring utgör brandrisker vid olyckor, felaktig användning eller tekniska fel på ladd-utrustning eller tankställen. | |
| Oro för elektromagnetiska fält | Användare av eldrivna fordon och passagerare i eldriven kollektivtrafik kan komma att uppfatta elektromagnetiska fält i elektrifierade fordon som en hälsorisk även om vetenskapliga riskbedömningar inte skulle stödja sådana uppfattningar. | |
| Energieffektivitet hos olika tekniker | Spårdrift är effektivare än vägtrafik. Eldrift är effektivare än förbränningsmotordrivna fordon. Bränslecellsbaserade fordonssystem är mindre energieffektiva i ett helhetsperspektiv än batteribaserade och elvägsbaserade system. | |
| Möjligheter att elektrifiera olika fordonstyper och trafikslag | Det finns idag kommersiell eller för-kommersiell teknik för de flesta tillämpningar av vägtrafik. | |

Tabell 6. Återvinning och skrotning av material, fordon och infrastruktur

Bedömningen avser i huvudsak svenska förhållanden för fordon och infrastruktur, och globala marknader för batterier och andra värdefulla komponenter som har global återvinningsmarknad

| Hållbarhetsaspekter | Utmaningar | Aktörer |
|--|--|---|
| Återanvändning och återvinning av komponenter och material i fordon, kringutrustning och infrastruktur för elladdning och vätgastankning | Metaller, plaster, kritiska material och andra ändliga resurser finns i fordon, elektronik, produktionsanläggningar för solkraft och vindkraft och deras distribution infrastruktur. System för hög grad av återanvändning och återvinning behöver skapas, särskilt för vissa ämnen i batterier, elektronik och elproduktionsanläggningar såsom koppar, neodym, platina, litium, mangan. | Direkt ansvar Nationella, regionala och lokala myndigheter infrastruktur och trafikplanering. |
| Återanvändning och återvinning av material i infrastruktur anläggningar | Asfalt, fyllnadsmaterial och metaller för vägar behöver återanvändas eller deponeras på ett säkert sätt som inte påverkar omgivningen. | Återvinningsbranschen. |
| Arbetsmiljö och mänskliga rättigheter vid anläggningar | Korruption, svagt rättsskydd och otillräckliga arbetsmiljöregler förekommer i vissa länder och regioner. | Berörda transportföretag med möjlighet att påverka villkor i transportleden. |
| Hälsopåverkande utsläpp och buller från anläggningar | Påverkan på anställda, närboende och närmiljö. | |
| Utsläpp av växthusgaser från processer | I dagsläget försörjs återvinningsindustrin till stor del med fossil energi. | Indirekt ansvar Fordonstillverkare och batteribranschen som ansvarig för sina produkter har i vissa fall möjlighet att påverka med aktörssamverkan och uppföljning. |
| Deponering och slutförvaring av uttjänta material och produkter | Deponier kan ge lokal påverkan på landskapsbild, vatten och luft. Det förekommer export från Nordländer till Sydländer av fordonsavfall. | |
| Transporter av material, produkter och avfall till och från anläggningar | I transportkedjan kan förekomma dålig arbetsmiljö, osäkra anställningsvillkor eller dåligt skydd för mänskliga rättigheter. Fordonen som utför transporter kan ge lokala miljöstörningar och utsläpp av växthusgaser. | |



