

Så når Sverige klimatmålen

Syntesrapport för IVA-projektet Vägval för klimatet



TEMA:
KLIMAT-RESURSER-ENERGI

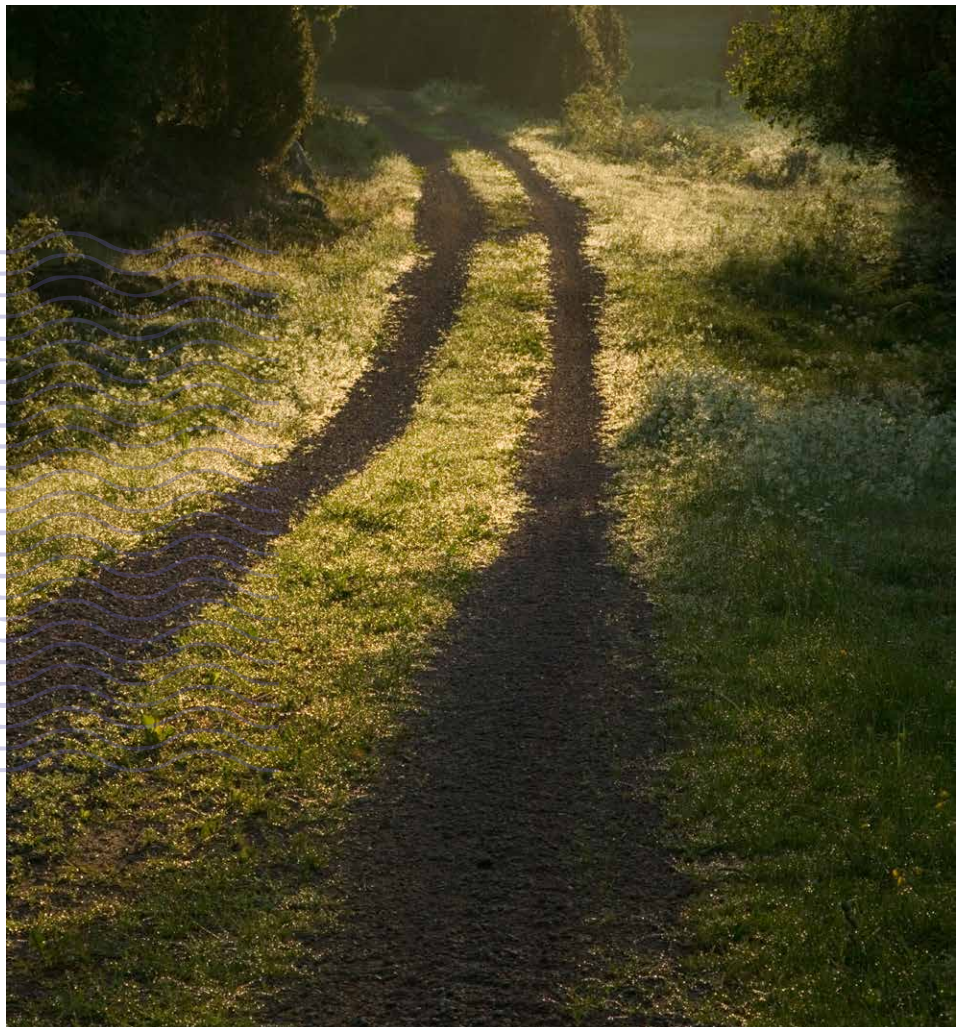
FEBRUARI 2020



Kungl. Ingenjörsvetenskaps
Akademien

Innehåll

Förord	4
Bakgrund	6
Sammanfattning	8
Inledning	14
Sveriges utsläpp av växthusgaser	16
Strategier för att Sverige ska nå klimatmålen	19
En politisk helhetssyn krävs för att höja tempot i klimatarbetet	20
Internationellt samarbete krävs för att nå klimatmålen	24
Effektivisera systemen och slut kretsloppen	26
Fördela och minska den ekonomiska risken så att nödvändiga teknikskiften kan göras	30
Säkerställ ökad tillgång på el och ett leveranssäkert elsystem	34
Nyttiggör Sveriges naturtillgångar i klimatomställningen	40
Bind och lagra kol	48
Appendix	52
Litteraturlista	53
Bilaga 1: Metodik och avgränsningar i projektet	55
Bilaga 2: Deltagare i de olika arbetsgrupperna	56



Förord

»Sverige har som mål att bli klimatneutralt till 2045. IVA bidrar med ett helhetsperspektiv för att det ska bli lättare för olika beslutsfattare att väga alternativ mot varandra.«

Sverige har som mål att bli klimatneutralt till 2045. IVA bidrar med ett helhetsperspektiv för att det ska bli lättare för olika beslutsfattare att väga alternativ mot varandra.

Det finns många olika aktörer som arbetar med frågan om hur vi ska uppnå ett klimatneutralt samhälle. I *Vägval för klimatet* har vi valt att lägga oss på en strategisk nivå utifrån ett helhetsperspektiv, som ett komplement till många andra initiativ. Målet är att beskriva vilka övergripande åtgärder som krävs för att vi ska nå Sveriges klimatmål, samtidigt som svensk konkurrenskraft stärks. Parallellt med *Vägval för klimatet* har IVA drivit projektet *Resurseffektivitet och cirkulär ekonomi*. De båda projekten har utbytt erfarenheter under arbetets gång.

Projektet har bedrivits genom fem olika delprojekt med avseende på:

- Industrisystemet
- Transportsystemet
- Energisystemet
- Jordbrukssystemet
- Samhällets system

Delprojektens analyser och observationer sammanfattas i denna syntesrapport och utmynnar i en rad rekommendationer till beslutsfattare. Delrapporterna har fokus på teknik och potential och mindre på kostnader och styrmedel vilket återspeglas i syntesrapporten.

Styrgruppen står bakom rapporten i sin helhet, men inte nödvändigtvis alla enskilda formuleringar och rekommendationer. Följande personer har ingått i styr-

gruppen för *Vägval för klimatet* (i bilaga anges också vilka personer som ingått i de olika delrapporternas arbetsgrupper):

Styrgruppen

Elisabeth Nilsson, IVA Avd V (Ordförande)
Karin Byman, huvudprojektledare IVA
Anja Alemdar, Energiföretagen
Magnus Björkman, Södra Cell
Mikael Dahlgren, ABB
Hans Folkesson, IVA Avd I
Torbjörn Holmström, IVA Avd I, Volvo
Åke Iverfeldt, Mistra
Kenneth Johansson, InnoEnergy
Bo Krogvig, LKAB
Johan Kuylenstierna, Stockholms universitet
Maria Malmkvist, Energigas Sverige
Marie Nilsson, IF-Metall
Stefan Nyström, Naturvårdsverket
Bo-Erik Pers, Jernkontoret
Eva Pettersson, KSLA
Birgitta Resvik, IVA Avd II
Andreas Regnell, IVA Avd II, Vattenfall
Maria Sunér Fleming, IVA Avd II, Svenskt Näringsliv/Swemin
Ulf Troedsson, IVAs Näringslivsråd, Siemens AB

Adjungerade

Per Holm, adjungerad Energiföretagen
Stefan Sjöquist, adjungerad IF-Metall
Camilla Koebe, kommunikation IVA
Caroline Linden, projektkoordinator IVA
Jan Nordling, politikerkontakter IVA



Bakgrund

»I enlighet med hur klimatmålen är formulerade fokuserar Vägval för klimatet på åtgärder för att minska utsläppen inom landets gränser.«

Syftet med projektet *Vägval för klimatet* är att ta fram förslag på åtgärder för att Sverige ska uppnå klimatmålen samtidigt som svensk konkurrenskraft stärks. I enlighet med hur klimatmålen är formulerade fokuserar *Vägval för klimatet* på åtgärder för att minska utsläppen inom landets gränser. Det innebär att projektet inte tittar på åtgärder som skulle kunna vara mer kostnadseffektiva att genomföra i andra länder.

Inom projektet diskuteras och besvaras tre frågeställningar:

1. Vilka tekniska åtgärder krävs, med fokus på systemnivå, för att klara klimatmålen?

Frågan analyseras och besvaras inom de olika delrapporterna för industri¹, transporter², samhälle³, energi⁴ och jordbruk⁵. Resultaten diskuteras endast summariskt i denna syntesrapport.

2. Hur mycket mer el och biomassa behövs för att ersätta fossil energi och fossila råvaror?

Frågan analyseras och besvaras inom de olika delrapporterna för industri, transporter och energi. Resultaten återges och diskuteras i syntesrapporten.

3. Hur bör politiken verka för att vi ska nå klimatmålen?

Frågan analyseras och diskuteras i samhällsrapporten och i denna syntesrapport.

Metodik och avgränsningar redovisas i Bilaga 1.

1 IVA-M 501: Så klarar svensk industri klimatmålen, 2019, 68 s.

2 IVA-M 502: Så klarar Sveriges transporter klimatmålen, 2019, 64 s.

3 IVA-M 503: Så klarar det svenska samhället klimatmålen, 2019, 56 s.

4 IVA-M 504: Så klarar det svenska energisystemet klimatmålen, 2019, 72 s.

5 IVA-M 508: Så klarar det svenska jordbruket klimatmålen, 2019, 56 s.



Sammanfattning

»För att nå klimatmålen krävs tekniksiften inom infrastruktur, energisystem, industrier och fastigheter. Detta kräver modiga politiker, ett näringsliv som vågar ligga i framkant och en acceptans hos samhällsmedborgarna.«

Det finns ambitiösa klimatmål och en stor vilja hos politiker och näringsliv att ta fram åtgärder för att minska utsläppen av växthusgaser. Den första klimatpolitiska handlingsplanen som regeringen levererade strax före jul 2019, innehåller många viktiga rekommendationer för hur Sverige ska nå klimatmålen.

Stora insatser pågår på olika håll, och effekterna av de tekniska genombrott som kommer att vara nödvändiga för att uppnå klimatmålen börjar skönjas. Men det krävs fortsatt utveckling och stora investeringar. Idag är räntorna låga och det finns kapital. Trots det kommer inte alla nödvändiga åtgärder och investeringar till stånd i tillräckligt snabb takt. Sverige kommer inte att nå klimatmålen med dagens utvecklingstakt (Naturvårdsverket, 2019b).

Vägval för klimatet pekar ut ett antal åtgärder som bedöms underlätta för nödvändiga investeringar. Ambitionen måste vara att uppnå klimatmålen samtidigt som det stärker svensk konkurrenskraft på den globala arenan och ger möjligheter för nya verksamheter att växa fram som bidrar till att minska klimatutsläppen globalt. Ett positivt exempel är vindkraft där Sverige är ett attraktivt land att investera i för internationella aktörer. Med god tillgång till fossilfri energi kommer det att bli attraktivt att investera i fler teknikområden i Sverige.

Genom att utnyttja Sveriges komparativa fördelar inom energiområdet⁶ i kombination med våra naturtillgångar, ett högt industriellt kunnande och en generellt sett väl utbyggd infrastruktur, har vi förutsättningar att ligga i framkant och vara en förebild för andra länder.

Resurseffektivitet och cirkuläritet är centralt för att nå klimatmålen

Fossila råvaror och bränslen måste ersättas med förnybara eller fossilfria, och många befintliga industriprocesser och transportsystem måste ersättas med nya klimatneutrala alternativ. Att ställa om till ett klimatneutralt samhälle kräver stora investeringar, både av offentliga och privata aktörer, och stora resurser av klimatneutral energi.

Tillgång till råvaror, så som biomassa och metaller för batteriproduktion, riskerar bli en trång sektor. Det kan leda till höga priser och därmed höga kostnader för omställningen. Produktion av klimatneutral energi och material har även påverkan på andra hållbarhetspekter. Fokus måste ligga på resurseffektivitet och cirkulär ekonomi, innefattande energi- och transporteffektivitet, samt hållbara värdekedjor från utvinning av råmaterial till slutprodukt.

⁶ Exempelvis el och fjärrvärme med liten klimatpåverkan, effektivt utnyttjande av bioenergi och restenergi från industrier, generellt sett hög leveranssäkerhet.



Omställningen för att nå klimatmålen måste ha en bred förankring i samhället

För att klimatmålen ska kunna nås krävs tekniksiften inom många samhällssektorer; i energisystemet, i industrier, inom fastigheter och infrastruktur. Det påverkar samhället i stort, men också enskilda aktörer. Utformningen av klimatpolitiken behöver därför ske med en hög grad av delaktighet från en bredd av intressen och samhällsaktörer. Utgångspunkten bör vara en hållbar utveckling utifrån FN:s 17 hållbarhetsmål, det vill säga med ett ekologiskt, ekonomiskt och socialt perspektiv.

En sammanhållen klimatpolitik behöver omfatta insatser som främjar internationell konkurrenskraft och därmed sysselsättning i Sverige. Utbildningsystemet behöver ha förmåga att medverka till att näringslivet klarar kompetens-

försörjningen för omställningen, vilket även innefattar fortbildning av redan yrkesverksamma. Omställningen behöver ske med ambitionen att verka för social och regional rättvisa. Delaktighet har också betydelse för klimatpolitikens förankring och därmed förmåga att vara politiskt möjlig.

För en bättre förankring i samhället krävs också utbildning och informationsinsatser till en bredare allmänhet, om hållbarhet och hur man kan minska sina klimatavtryck. Insatserna kan jämföras med energieffektiviseringskampanjerna på 1970- och 80-talen, eller nu senast informationsinsatserna genom broschyren *Om krisen eller kriget kommer*.⁷

Klimatpolitiska förslag måste vila på kunskap om hur förslagen påverkar hela samhället. Det kommer att finnas de som får fördelar av klimatpolitiken, men också enskilda personer, grupper och regioner som påverkas negativt och

⁷ Broschyren "Om krisen eller kriget kommer", skickades ut till 4,8 miljoner hushåll i Sverige 2018 av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. www.msb.se



kan behöva kompenseras. Klimatpolitiken måste ha vetenskaplig förankring och baseras på beprövad erfarenhet, men samtidigt vara inspirerande och möjlig att förstå och acceptera.

Vi har identifierat sju huvudstrategier för att nå klimatmålen, dessa redovisas kortfattat nedan och mer utförligt senare i rapporten.

Strategi 1: En politisk helhetssyn krävs för att höja tempot i klimatarbetet

Vägval för klimatet har visat att det finns förutsättningar och tekniska möjligheter att klara de svenska klimatmålen.⁸ Många människor, företag och hela branscher ställer upp bakom klimatmålen, men det kommer inte räcka om inte

spelplanen förändras, det vill säga lagar och regler. För att det inte ska leda till suboptimeringar krävs en helhetssyn där olika politikerområden samspelar för att både klimatmål och andra samhällsmål ska kunna uppnås.

- Eftersträva en samordnad och konsekvent myndighetsstyrning i samklang med klimatlagen.
- Regering och riksdag måste ta ansvar för att Sverige är ett attraktivt land för företagsinvesteringar och fossilfri tillväxt.
- Ta fram en nationell infrastrukturplan i en internationell kontext.
- Utforma åtgärder för att nå klimatmålen på ett sätt som underlättar medborgarnas delaktighet och stärker acceptansen för omställningen.
- Effektiva och förutsägbara tillståndsprocesser.

⁸ Med hänvisning till de fem delrapporterna om industrisystemet, transportsystemet, energisystemet, jordbruket och samhället. www.iva.se.

Strategi 2: Internationellt samarbete krävs för att nå klimatmålen

Inget land kan lösa klimatkrisen på egen hand. Internationell samverkan krävs. Världens ekonomier är starkt beroende av varandra och teknikutveckling kommer fler till del genom handel och forskarsamverkan.

Sverige har byggt sitt välstånd på handel med andra länder. Vi är en liten ekonomi med en begränsad hemmamarknad, men genom en framsynt industripolitik och duktiga entreprenörer har vi lyckats bygga ett fungerande välfärdssamhälle. Samma modell kan användas i klimatarbetet.

- Sverige måste vara pådrivande i utvecklingen av internationellt harmoniserade regelverk.
- Sveriges unika möjlighet att nyttja hållbar biomassa måste användas som ett medel för en snabb omställning.
- Internationell samverkan kring utveckling av demonstrationsprojekt för fossilfria vägtransporter.
- Sverige måste bli bättre på att delta i olika EU-projekt och ta del av EU-medel.
- Sverige bör aktivt medverka i översynen av viktiga EU-direktiv.

Strategi 3: Effektivisera systemen och slut kretsloppen

Tillgångarna är inte obegränsade och det kommer att bli konkurrens om råvarorna. Produktion av el och biomassa har även påverkan på andra miljöaspekter. För att inte överutnyttja resurser, bör alla system effektiviseras så långt som möjligt. Genom att återvinna material och energi kan cirkulära system skapas så att vi kan minimera behovet av nya, jungfruliga resurser.

- Resurseffektivitet och cirkulär ekonomi är viktiga steg mot klimatneutralitet.
- Anlägg ett helhetsperspektiv på energisystemet för ett effektivare utnyttjande av tillgängliga resurser och för att skapa ett mer dynamiskt och flexibelt energisystem.

- Vidareutveckla och implementera handlingsplanen för omställning till en fossilfri transportsektor.
- Stöd utvecklingen av fungerande internationella marknader för återvunna varor och material.

Strategi 4: Fördela och minska den ekonomiska risken så att nödvändiga tekniksiften kan göras

För att klara klimatmålen krävs flera stora tekniska genombrott som kan kommersialiseras och bidra till en systemförändring som eliminerar utsläppen av växthusgaser. De stora tekniksiften som behöver komma till stånd kräver forskning och investeringskapital. För att investeringarna ska genomföras krävs politisk uthållighet, stödjande infrastruktur och samverkan mellan flera aktörer. Med teknikgenombrotten kan Sverige vara föregångare och möta klimatmålen på ett så effektivt och konkurrenskraftigt sätt som möjligt.

- Långsiktiga politiska uppgörelser över partigränser minskar ekonomisk risk vid investeringar.
- Uthålligt och fokuserat stöd för implementering av ny teknik.
- Stimulera innovationskedjan från forskning och utveckling till kommersialisering.
- Staten måste ta ansvar för att nödvändig infrastruktur skapas som stödjer näringslivets omställning till fossilfrihet.
- Driv på för en EU-gemensam handlingsplan för tunga transporter.
- Öka kapaciteten på statlig nivå och EU-nivå att dela risk vid större investeringar.

Strategi 5: Säkerställ ökad tillgång på el och ett leveranssäkert elsystem

Ökad tillgång på fossilfri el är nödvändigt för att vi ska kunna nå klimatmålen. Genom utveckling av ny teknik finns nu förutsättningarna för att ersätta fossila bränslen med el i större utsträckning än tidigare. Den våg av elektrifiering som vi nu står inför kommer att innebära en ökad efterfrågan på el motsvarande 40–60 procent av dagens användning, och

det i en relativt snabb takt. Helt avgörande för en fortsatt elektrifiering är att elkunder och samhällsinfrastrukturen kan lita på att det finns el när den behövs.

- Politiken behöver utvecklas för att möta morgondagens behov utan att bli polariserad kring olika produktionslag.
- Utveckla elmarknadsmodellen för ett leveranssäkert elsystem.
- Effektivare drift och ökad samverkan i prognos och planering för elnäten.
- Slå fast ett mål för leveranssäkerhet för att bibehålla dagens höga nivå.
- Initiera en fjärr- och kraftvärmestrategi.
- Utöka samarbetet med omkringliggande länder och med EU för att gemensamt säkerställa effektbalansen.

Strategi 6: Nyttiggör Sveriges naturtillgångar i klimatomställningen

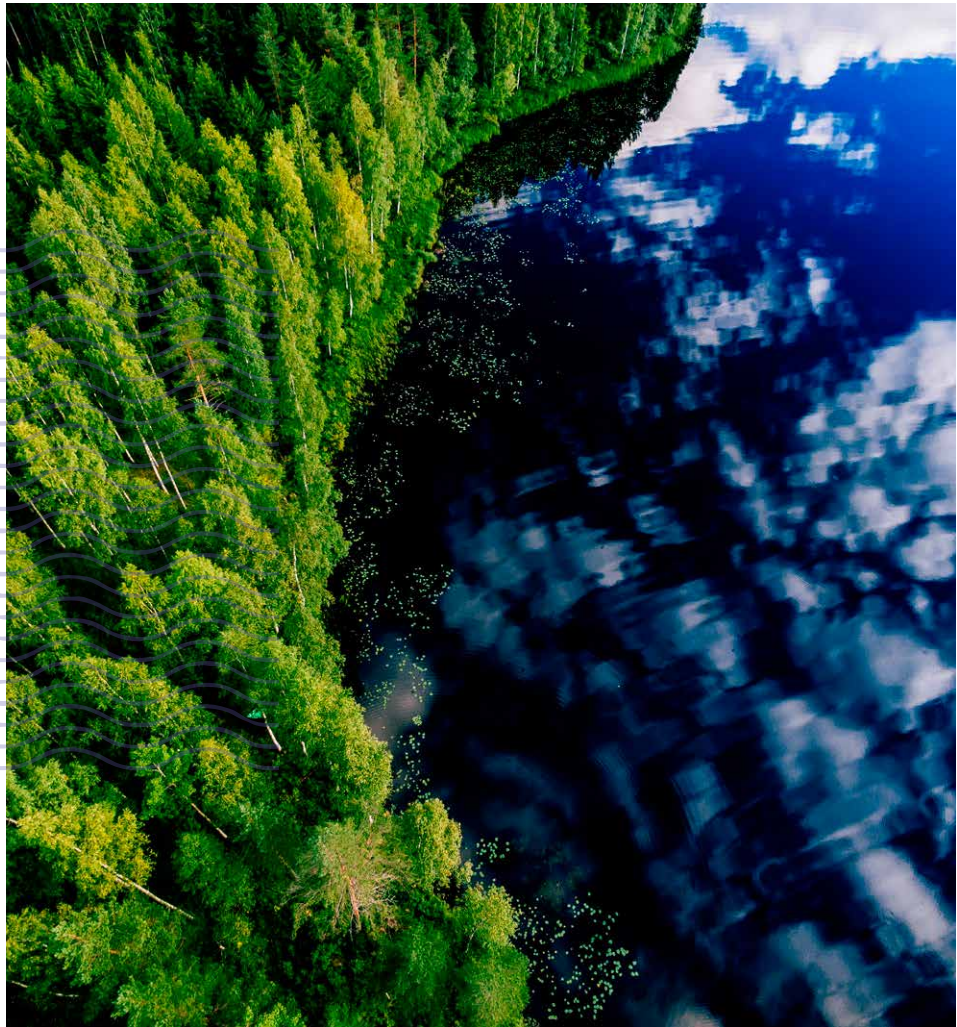
Sverige är ett glest befolkat land med stora naturtillgångar. Skogen, malmen och vattenkraften har starkt bidragit till utvecklingen av Sverige som industrination. Stora landområden och långa kuster är också en naturtillgång för utveckling av vindkraft i Sverige. För att klara klimatmålen kommer behovet av el och biomassa att öka, men även efterfrågan på olika metaller. De svenska naturtillgångarna bör nyttiggöras i omställningen, men det finns flera viktiga frågor att reda ut på vägen.

- Se skogen som en resurs för att utveckla förnybara alternativ till fossila råvaror.
- En ökad tillväxt i skogen, och ett aktivt skogsbruk är nödvändigt för att öka tillgången på biobränslen och andra biobaserade råvaror.
- Se jordbruket som en möjlig leverantör av förnybara alternativ till fossila råvaror.
- Se över förutsättningarna för att öka produktionen av biodrivmedel i Sverige.
- Fortsatt arbete behövs för att förstå behovet av metaller och mineraler i klimatomställningen, och hur Sverige med sina mineralresurser kan bidra.

Strategi 7: Bind och lagra kol

Kol kan bindas eller lagras i biomassa, marken eller berggrunden på olika sätt. Växter och träd binder koldioxid ur luften genom fotosyntesen som tillsammans med vatten och näring omvandlas till rötter, stammar och bladverk. Det går även att avskilja och lagra kol ur rökgaser på teknisk väg, i dagligt tal CCS (Carbon Capture and Storage). Tillämpas tekniken på utsläpp från biobränslen, BECCS (Bio Energy CCS) bidrar den till negativa utsläpp av koldioxid. BECCS är väl lämpat för svenska förhållanden då vi har stora punktutsläpp från skogsindustrier och biobränsleeldade värmeverk och kraftverk. Det finns industrier och verksamheter som inte har några andra alternativ än CCS för att minska sina klimatutsläpp. Sverige har som mål att uppnå negativa utsläpp efter 2045. För att kunna göra det krävs olika former av kompletterande åtgärder.

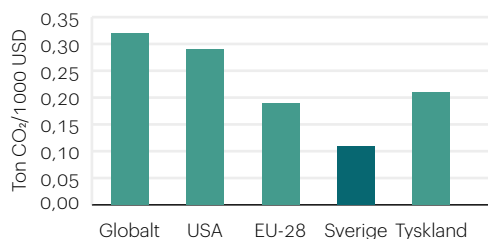
- Öka kunskapen om skogens och jordbrukets bidrag till kolinlagringen i växande biomassa och i marken.
- Ta fram en strategi för CCS och BECCS.
- Utveckla internationellt harmoniserade regelverk som ger incitament för negativa utsläpp.



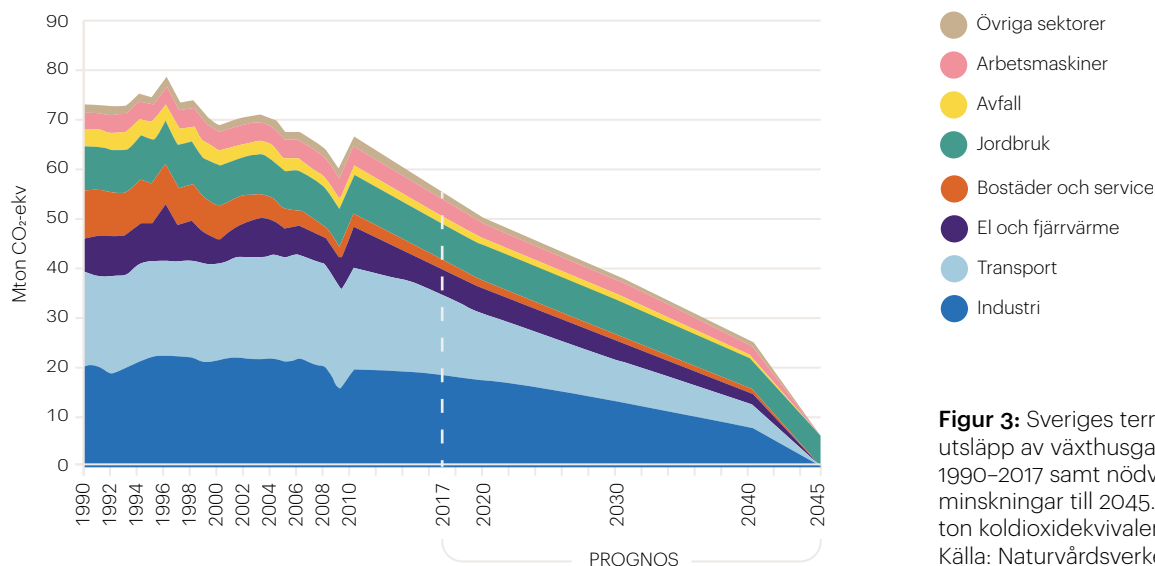
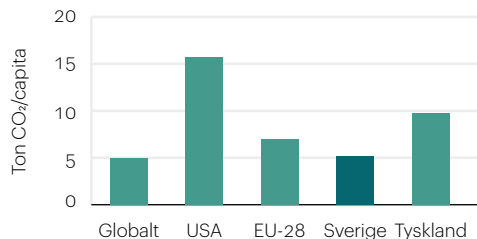
Inledning

»Sveriges användning av fossila bränslen har minskat genom energieffektivisering, elektrifiering och ökad användning av biobränslen.«

Figur 1: Utsläpp av växthusgaser i relation till BNP, ton CO₂/1000 USD.
Källa: EU-kommissionen 2019.



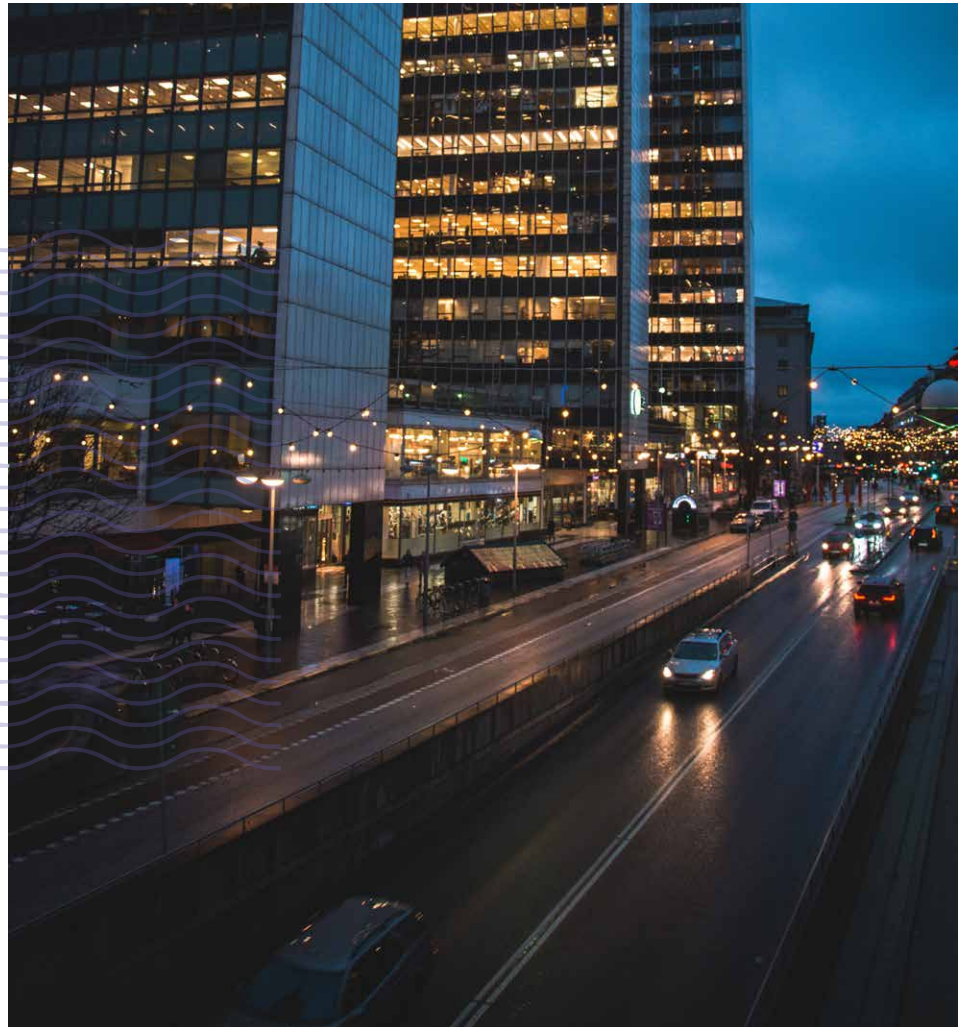
Figur 2: Utsläpp av växthusgaser per person, ton CO₂/capita, "territoriella utsläpp". (Sveriges konsumtionsutsläpp bedöms uppgå till det dubbla, 11 ton/capita.)



Figur 3: Sveriges territoriella utsläpp av växthusgaser 1990–2017 samt nödvändiga minskningar till 2045. Miljoner ton koldioxidekvivalenter.
Källa: Naturvårdsverket.

Stora steg har tagits inom klimatområdet i Sverige sedan oljekriserna på 1970-talet. Andelen fossila bränslen i energianvändningen har minskat från 80 procent 1970 till 27 procent 2017. Samtidigt har värdetillväxten i ekonomin varit betydande. Bakom denna utveckling ligger näringslivet som har utvecklat energieffektiv teknik och ställt om från fossila bränslen till el och förnybara bränslen samt utvecklingen av nya produkter med låg klimatpåverkan. Tydliga styrmedel och offentliga investeringar har gett förutsättningar som bäddat för tekniska framsteg. Tillgången till vattenkraft, en storskalig satsning på kärnkraft, utbyggnaden av fjärrvärme och vindkraft samt satsningar på biobränslen i kombination med fortlöpande fokus på energieffektivisering har bidragit till att Sverige har låga utsläpp av växthusgaser

relativt många andra industriländer, cirka 5 ton koldioxidekvivalenter per person och år. Detta gäller de produktionsbaserade utsläppen inom Sveriges gränser (territoriella utsläpp). De konsumtionsbaserade utsläppen är däremot höga i Sverige, ungefär 11 ton koldioxidekvivalenter per person och år (Naturvårdsverket, 2019d). Det inkluderar även utsläpp som genereras utomlands vid produktion av importerade varor. Samtidigt bidrar den svenska exporten till global klimatnytta och minskade utsläpp, dels genom teknik som minskar utsläppen, och dels genom att svenska exportprodukter har låga inbäddade utsläpp. *Vägval för klimatet* fokuserar dock på de nationella utsläppen i enlighet med hur de svenska klimatmålen är formulerade. Konsumtions- och exportperspektivet kan analyseras i kommande projekt.



Sveriges utsläpp av växthusgaser

»Industri, transporter, jordbruk och energianvändning är huvudsakliga utsläppskällor av växthusgaser i Sverige.«

Tabell 1: Sveriges utsläpp av växthusgaser, 2017.
Källa: Naturvårdsverket 2019, Fakta och statistik.

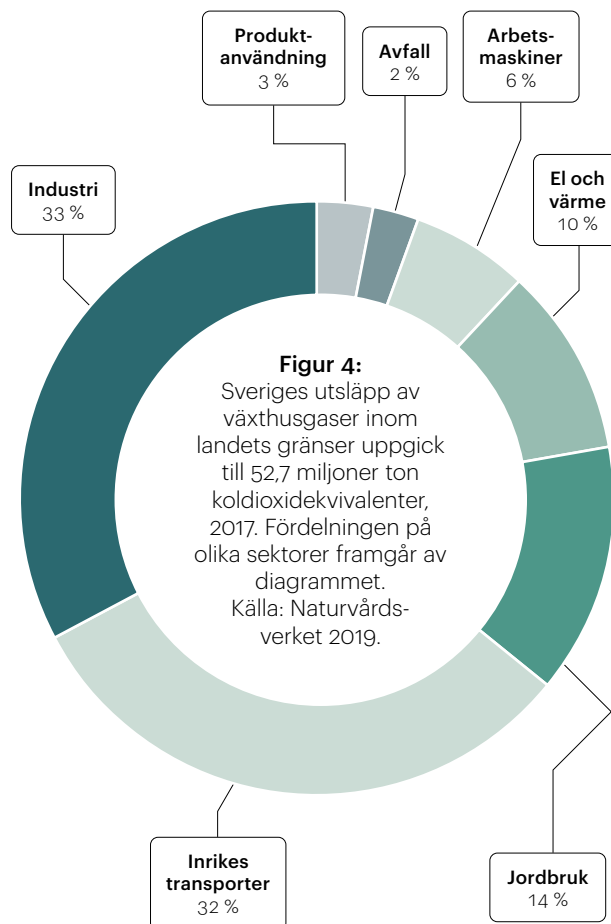
Sektorer	2017 kton CO ₂ ekv.
Produktanvändning (inkl. lösningsmedel)	1 694
Avfall ¹	1 253
Arbetsmaskiner	3 351
Egen uppvärmning av bostäder och lokaler	969
El och fjärrvärme ² (exkl. industrins el- och värmeproduktion)	4 413
Jordbruk	7 187
Inrikes transporter	16 590
Industri (inkl. el- och värmeproduktion inom industrin)	17 203
Totalt utsläpp inom landet	52 660
Utrikes transporter	10 632
Totalt inklusive utrikes transporter (bunkerolja)	63 292
Markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk, (LULUCF ³)	-43 727 ⁴

¹ Främst metanavgång från deponier.

² Inkluderar avfallsförbränning.

³ Land use, Land use change and Forestry

⁴ Beräknad nettoinbindning inom markanvändning får inte kvittas mot utsläppen vid beräkning av Sveriges utsläpp av växthusgaser.



Sveriges utsläpp av växthusgaser inom landet (benämns "territoriella utsläpp" i klimatmålen) uppgick 2017 till 52,7 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Utsläppen härrör i stor utsträckning från energianvändning, men även från icke-energiändamål, till exempel kalkbränning vid cementtillverkning, djurhållning och användning av lösningsmedel. Koldioxid binds också i skog och mark genom en nettotillväxt i skogen och kolinlagring genom växternas

rötter. 2017 uppskattas nettoinbindningen av kol motsvara 43,7 miljoner ton koldioxidekvivalenter (Naturvårdsverket, 2019a). Utsläpp förorsakas även av utrikes transporter, såväl till som från landet, samt genom tillverkning av produkter i andra länder som konsumeras i Sverige. Projektet *Vägval för klimatet* fokuserar på Sveriges territoriella utsläpp i enlighet med hur klimatmålen är formulerade, och behandlar därför inte utsläpp i andra länder.





Strategier
för att Sverige
ska nå klimat-
målen

Strategi 1: En politisk helhetssyn krävs för att höja tempot i klimatarbetet

Ny teknik, omvärldsförändringar och nya värderingar gör att samhället kommer att förändras, oberoende av vilka klimatmål vi ställer upp. Det är lönsamma företag som löser problem i den nationella och internationella klimatomställningen. Styrmedlen måste därför vara effektiva för de problem de ska åtgärda, samtidigt som negativa bieffekter så långt som möjligt undviks. På så sätt byggs förtroende och tillit bland allmänhet och företag för en långsiktigt hållbar utveckling.

Vägval för klimatet har visat att det finns förutsättningar och tekniska möjligheter att klara de svenska klimatmålen.⁹ En viktig förutsättning för att målen ska kunna realiseras är att viljan finns. Många människor, företag och hela branscher ställer upp bakom klimatmålen, men det kommer inte räcka om inte spelplanen förändras, det vill säga lagar och regler. För att det inte ska leda till ineffektiv resurshantering krävs en helhetssyn där olika politikerområden samspelar för att både klimatmål och andra samhällsmål ska kunna uppnås.

Dagens samhällsplanering har att hantera motstridiga intressen, suboptimeringar och långa handläggningstider. Klimatomställningen är i hög grad beroende av ett stort antal decentraliserade nationella, regionala och kommunala beslut, regelverk och praxis. Resultatet avgörs i vardagen vid den löpande tillämpningen av regelverk, vid tillståndsgivning och uppföljning samt vid den offentliga sektorns investeringar i infrastruktur och transportmedel. Politikområdena måste hänga ihop för att omställningen ska gå tillräckligt snabbt. Den politiska styrningen måste ha för-

måga att få förvaltningen att se helheten och slutmålet av de åtgärder som behöver vidtas för omställning.

Nödvändiga teknikskiften kommer att påverka samhället i stort och därigenom också enskilda företag och individer. Utformningen av klimatpolitiken måste därför ske med en hög grad av delaktighet från en bredd av intressen och samhällsaktörer. Utgångspunkten bör vara en hållbar utveckling utifrån ett ekologiskt, ekonomiskt och socialt perspektiv.

En sammanhållen klimatpolitik behöver omfatta insatser som främjar internationell konkurrenskraft och därmed sysselsättning i Sverige. Utbildningssystemet behöver ha förmåga att medverka till att näringslivet klarar kompetensförsörjning för omställningen, vilket uppmärksammar vikten av att yrkesverksamma blir en resurs i kompetensomställningen. Omställningen behöver ske med ambitionen att verka för social och regional rättvisa. Delaktighet har också betydelse för klimatpolitikens förankring och därmed förmåga att vara politiskt möjlig.

Förslag om styrmedel, stödinsatser, information och kunskap måste vila på en robust argumentation som pekar på vinnare men som också samtidigt visar hur enskilda personer, grupper och regioner som påverkas negativt av åtgärderna kan kompenseras. De samlade insatserna måste vara förankrade i vetenskaplig kunskap och beprövad erfarenhet, och samtidigt inspirerande och möjliga att förstå och acceptera. Läs mer om detta i Samhällsgruppens rapport, (*IVA Vägval för klimatet – Samhälle*, 2019).

⁹ Med hänvisning till de fem delrapporterna om industrisystemet, transportsystemet, energisystemet, jordbruket och samhället. www.iva.se.



Hur kan politiken bidra?

Klimatlagen håller varje regering ansvarig att vidta åtgärder som i förlängningen leder till att de klimatmål riksdagen beslutar om kan nås. Regeringen har till sitt förfogande myndigheter som arbetar i enlighet med den instruktion och de årligen återkommande regleringsbrev som regeringen beslutar om. Partiöverskridande överenskommelser ger långsiktighet som möjliggör att klimatarbetet skyddas från ryckighet i tillgång på budgetmedel.

- **Eftersträva en samordnad och konsekvent myndighetsstyrning i samklang med klimatlagen**

För att vi ska klara klimatmålen och en hållbar samhällsutveckling krävs en systematisk sammanhållande styrning av alla myndigheter, med en tydlig och långsiktig inriktning på att skapa förutsättningar för att omställningen sker på ett effektivt sätt. Ett enhetligt och tydligt agerande som hänger ihop gentemot företag och invånare är nödvändig för att skapa tilltro och en vilja att agera.

Det är avgörande för att regeringen ska få utväxling på sin politik och att en effektiv omställning mot ett fossilfritt Sverige verkligen ska komma till stånd.

- **Regering och riksdag måste ta ansvar för att Sverige förblir ett attraktivt land för företagsinvesteringar och fossilfri tillväxt**
Effektiva styrmedel tar hänsyn till helheten och ger företagen förtroende och kraft att genomföra nödvändiga åtgärder. Det är lönsamma företag som löser problem i den nationella och internationella klimatomställningen. Styrmedlen måste därför vara effektiva för de problem de ska åtgärda, samtidigt som negativa bieffekter så långt som möjligt undviks. På så sätt byggs förtroende och tillit bland allmänhet och företag för en långsiktigt hållbar utveckling.
- **Ta fram en nationell infrastrukturplan i en internationell kontext**
Ta fram en sammanhängande plan för hur infrastrukturen för transporter och energi kan stötta nödvändiga teknikskiften inom industrin, jord- och skogsbruk, i hållbara städer och på landsbygden. Planen bör utvecklas genom ett aktivt engagemang inom EU och med beaktande av övriga internationella marknader.
- **Utforma åtgärder för att nå klimatmålen på ett sätt som underlättar medborgarnas delaktighet och stärker acceptansen för omställningen**
För att klara detta krävs utbildning generellt, kompetensutveckling i näringslivet, men också olika arbetsmarknadsåtgärder. De teknikskiften som nu pågår kommer att påverka stora yrkesgrupper inom industrin, som exempel kan nämnas fordonsindustrin när bensin- och dieselmotorer ersätts med eldrift och batterier. Det är redan nu svårt att hitta kompetens inom flera områden. Samtidigt kommer efterfrågan att minska inom andra yrkesgrupper, som då måste omskolas. Det behövs även generella utbildnings- och informationsinsatser för hur medborgarna ska kunna minska sin klimatpåverkan.

- **Ett helhetsperspektiv måste anläggas på all samhällsplanering för att undanröja suboptimeringar och långa handläggningstider**
Statens myndigheter har ett ansvar för omställningsarbetet och därmed också för att hantera de målkonflikter som kan uppstå. I detta ingår även avvägningar mellan olika intressen som måste göras vid beslut om markanvändning. Idag väger ofta skyddsintressen betydligt tyngre än exploateringsintressen när intressen om olika markanvändning ställs mot varandra, vilket antagligen är ett uttryck för den detaljstyrning och osäkerhet som präglar många myndigheters arbete idag. Myndigheter måste våga stödja och fatta beslut även om de innebär en tillkommande lokal miljöpåverkan, särskilt eftersom alternativbelastningen ur klimatsynpunkt många gånger kan vara betydligt större om verksamheten inte ges tillstånd. Ett fokus på att stärka synergieffekter bör underbygga myndigheternas arbete, vilket kräver samverkan mellan olika sakområden.
- **Effektiva och förutsägbara tillståndsprocesser**
Effektiva och mer förutsägbara tillståndsprocesser är en förutsättning för investeringar i ny teknik men också för fortsatt drift av verksamheter som utgör basen för samhällsutvecklingen både i och utanför Sverige, vid export av ny teknik och klimateffektiva produkter. Svårigheter att få tillstånd till förändringar av såväl befintlig verksamhet som till helt ny verksamhet har blivit ett hinder för investeringar och för utveckling av nya tekniker. Detta har en bromsande effekt och är negativt för både omställningen mot ny, fossilfri, teknik och för utvecklingen i Sverige. Det behövs politisk förståelse för hur detta hänger ihop och en tydlig vilja att få till ett fungerande system. En översyn för att åstadkomma effektiva och rättssäkra tillståndsprocesser är nödvändig för att Sverige ska klara att i tid få till nya och nödvändiga investeringar och andra förändringar som behövs för att klara klimatmålen.

PRISSÄTTNING AV KOLDIOXID ÄR EN AV HÖRNSTENARNA I SVENSK KLIMATPOLITIK

I Sverige sätts ett pris på växthusgaser genom en svensk skatt på koldioxid och ett EU-gemensamt pris genom handel med utsläppsrätter inom EU-ETS (Emissions Trading System). Det ideala vore ett globalt pris på växthusgaser, vilket många förespråkar. Det kan dock vara svårt att realisera i praktiken. En idé som har lanserats inom EU är "klimattullar", det vill säga att de länder som handlar med EU får betala en särskild klimattull om de inte har ett pris på koldioxid på sin hemmarknad.

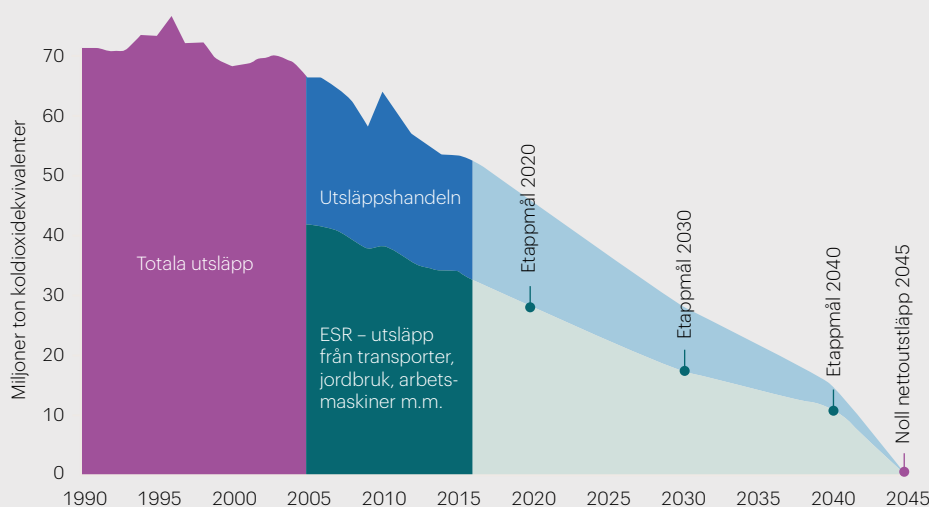
Den handlande och icke-handlande sektorn

Svensk basindustri och flyg inom EU omfattas av handelssystemet EU-ETS. Cirka 750 svenska anläggningar ingår i dagsläget i EU-ETS. Principen för handelssystemet är att begränsa utsläppen av växthusgaser genom att en övre gräns sätts för hur stora de totala utsläppen från företagen i systemet får vara. Denna högsta tillåtna gräns kallas "utsläppstak". EU-ETS innebär att företagen måste överlämna en utsläppsrätt för varje ton koldioxid verksamheten släpper ut under ett utsläppstak som sänks varje år. Viss gratis tilldelning av utsläppsrätter förekommer till internationellt konkurrensutsatta sektorer för att undvika koldioxidläckage, det vill säga att produktion flyttas till andra länder och där riskerar att ge upphov till större utsläpp. Under kommande handelsperiod för utsläppsrätter, Phase 4 (år 2021–2030), kommer den fria tilldelningen av utsläppsrätter begränsas och priset sannolikt att öka.

De verksamheter som inte omfattas av EU-ETS kallas den "icke handlande sektorn", där inrikes transporter (exklusive inrikesflyg) svarar för de största utsläppen. Här ingår även jordbruk, arbetsmaskiner, bostäder och lokaler, avfall och mindre lokal el- och fjärrvärme (tillförd effekt mindre än 20 MW).

För den handlande sektorn är priset för utsläppsrätter detsamma för alla EU-länder och påverkar därmed konkurrensen mellan EU och övriga världen. För den icke handlande sektorn är koldioxidskatt nationell och påverkar konkurrensen mellan svenska företag och företag i andra länder, inklusive EU (IVA Vägval för klimatet – Samhälle, 2019).

Figur 5: Historiska utsläpp 1990–2016 och prognos för att nå klimatmålen. EU-ETS (Emission Trading System) för den handlande sektorn och ESR (Effort Sharing Regulation) för den icke-handlande sektorn. Källa: Naturvårdsverket, 2019, *Fakta och statistik*.



Strategi 2: Internationellt samarbete krävs för att nå klimatmålen

Inget land kan lösa klimatkrisen på egen hand. Internationell samverkan krävs. Världens ekonomier är starkt beroende av varandra och teknikutveckling kommer fler till del genom handel och forskarsamverkan.

Internationell samverkan mellan länder bygger på politik och avtal. Det påminner inte minst handelskonflikterna om. Med rätt förutsättningar kan teknisk utveckling och ekonomisk integration bidra till ökad välfärd och minskad miljö- och klimatpåverkan på vår jord. Internationell samverkan främjar handel, men inkluderar även bistånd av olika slag. Samverkan kan resultera i att flera mål nås samtidigt.

Sverige har byggt sitt välstånd på handel med andra länder. Vi är en liten ekonomi med en begränsad hemmamarknad. Men genom en framsynt industripolitik och duktiga entreprenörer har vi lyckats bygga ett fungerande välfärdssamhälle. Samma modell kan användas i klimatarbetet.

En grund för internationell samverkan är FNs ramkonvention om åtgärder för att förhindra klimatförändringar som trädde i kraft 1994. Till konventionen hör Parisavtalet från 2016 och som har undertecknats av nästan alla världens länder. Det viktigaste målet i Parisavtalet är att hålla den globala uppvärmningen under två grader, men helst under 1,5 grader (Naturvårdsverket, 2019c). Enligt EUs långsiktiga strategi ska de totala växthusgasutsläppen inom unionen minska med 85–90 procent till 2050. EU har som mål att minska växthusgasutsläppen med 40 procent till 2030, jämfört med 1990-års nivå. Dessa målsättningar motsvarar EUs bidrag till Parisavtalet (Klimatpolitiska rådet, 2019). Vid EU-kommissionens toppmöte i Bryssel i december 2019 enades alla EU-länder utom Polen att EU ska vara klimatneutralt till 2050.

Hur kan politiken bidra?

Det räcker inte med ensidiga svenska insatser utan det behövs ett aktivt arbete inom EU för att utveckla och stärka internationella styrmedel och regelverk.

Sverige har en viktig roll när det gäller att driva på för att även andra länder ska införa konkreta mål och åtgärder för utsläppsminskningar och införa prissättning på koldioxid, som till exempel nationella koldioxidskatter. Med utgångspunkt i Parisavtalet och Agenda 2030 måste EU inom relevanta internationella samarbeten, i ökad omfattning, skapa gemensamma regler för stater och företag för att öka takten i klimatomställningen.

EU behöver hitta gemensamma regler som gynnar omställning till ett fossilfritt samhälle och en klimatneutral ekonomi, men också beakta EU-ländernas konkurrenskraft gentemot resten av världen. EU bör aktivt medverka till att stimulera efterfrågan på klimatneutrala produkter och tjänster på såväl den globala som på den inre marknaden. EU-reglerna bör i större omfattning gynna energieffektivitet och användning av förnybara och fossilfria bränslen och material, på bekostnad av de fossila. Sveriges unika möjlighet att förädla inhemsk hållbar biomassa från både jord och skog måste utnyttjas, både som ett medel för snabb omställning men också för ett långsiktigt konkurrenskraftigt näringsliv.

Sverige har möjligheter att tillsammans med likasinnade medlemsländer ta en ledande roll i EUs omställning till nettollutsläpp och göra EU till en stark och drivande aktör på den internationella arenan.

- **Sverige måste vara pådrivande i utvecklingen av internationellt harmoniserade regelverk**
Det krävs ett aktivt arbete inom EU för att



utveckla internationella styrmedel och regelverk. Överenskommelser och standardisering av mätning och rapportering är en förutsättning för ett globalt gemensamt genomförande. Sverige bör tillsammans med likasinnade medlemsländer ta en ledande roll i EUs omställning till nettonollutsläpp och göra EU till en stark och drivande aktör på den internationella arenan.

- **Sveriges unika möjlighet att nyttja hållbar biomassa måste användas som ett medel för en snabb omställning**
Sverige bedriver ett skogsbruk och har en stor skogsindustri som vid sidan av huvudprodukterna, sågade trävaror och papper, även levererar biobränslen, drivmedel och cellulosa för tillverkning av plast och kemikalier. Sverige bör exportera kunskap och teknik till fler länder som bedriver jord- och skogsbruk så att de kan leverera biomassa utan att kolförråden i vegetation och mark utarmas.
- **Internationell samverkan kring utveckling av demonstrationsprojekt för fossilfria vägtransporter**
Transportsektorn är en stor utmaning för Sveriges möjligheter att nå klimatmålen. Infrastruktur, drivmedel och fordon utvecklas för en internationell marknad med gemensamma standarder, speciellt

inom EU. Därför är det av högsta vikt att Sverige samverkar med andra länder vid utveckling av fossilfria lösningar.

- **Sverige måste bli bättre på att delta i olika EU-projekt och ta del av EU-medel**
Det finns budgeterade medel i olika fonder och program, för omställning till ett fossilfritt Europa. Exempelvis har Horizon Europe, med en budget på över 100 miljarder Euro avsatt en mycket stor del för klimatrelaterad forskning. Det är viktigt att Sverige är med och påverkar utformningen av detaljerade program, och stimulerar svenska universitet, högskolor, institut och näringsliv att söka dessa medel.
- **Sverige bör aktivt medverka i översynen av viktiga EU-direktiv**
Sverige bör aktivt medverka i översynen av till exempel DAFI, Directive of Alternative Fuels Infrastructure, infrastruktur för alternativa drivmedel inklusive el och vätgas. Ett offentligt samråd planeras att äga rum första halvåret 2020. Det är mycket viktigt att Sverige aktivt medverkar i denna översyn då vi snarast måste komma fram till gemensam standard för hela EU. Nya DAFI som ska presenteras 2021 kommer sannolikt ha en hög påverkan för en långsiktig och konkurrenskraftig nationell infrastruktur.

Strategi 3: Effektivisera systemen och slut kretsloppen

Med system avses alla aktiviteter i de tekniska systemen som kräver råvaror och energi. Det kan vara allt från en bostad, ett fordon, ett transportsystem eller en industri, till en stad eller ett land. Det kan även vara en industriell värdekedja över nationsgränser.

Genom att återvinna material och energi kan cirkulära system skapas så att vi kan minimera behovet av nya, jungfruliga resurser. Vi är idag duktiga på att återvinna papper, stål och matavfall, men behöver bli bättre på att återvinna exempelvis plast och batterier. Genom resurs- och energi-effektivisering i hushåll, industrier, städer etcetera kan de totala resursbehoven minska.

Att ställa om till ett klimatneutralt samhälle kräver en kombination av stora mängder biobaserade råvaror, fossilfri el, en utvecklad cirkulär ekonomi och en utveckling av klimatneutrala produktionsprocesser. Det krävs också en större mängd metaller, som inte är förnybara men återvinningsbara och kan cirkuleras. Att utveckla returplastraffinerier, för att på sikt möjliggöra att utfasning av plast som framställs från jungfrulig olja, är ett viktigt område för teknikutveckling där Sverige skulle kunna bli föregångare.

Varför ska det göras?

Tillgångarna är inte obegränsade och det kommer att bli konkurrens om råvarorna. Produktion av el och biomassa har även påverkan på andra miljöaspekter. För att inte överutnytt-

BIOGAS ÄR ETT EXEMPEL PÅ CIRKULÄR EKONOMI

Biogas är ett exempel på ett bränsle där man utnyttjar samhällets resurser på ett effektivt sätt. Avfall från avlopp, matrester och gödsel samt restprodukter från skog och industri tas om hand och blir samtidigt till värdefulla produkter, förnybar energi och gödningsmedel, till exempel fosfor till jordbruket. Biogas har många olika användningsområden, till exempel fordonsbränsle eller som bränsle inom sjöfart, industri eller för el- och värmeproduktion. Biogas kan även användas som råvara vid tillverkning av olika produkter inom industrin. Man kan säga att biogas är ett exempel på cirkulär ekonomi i praktiken.

ja resurser, bör alla system effektiviseras så långt som möjligt. Som exempel kan nämnas att ett transporteffektivt samhälle minskar trafiken och behovet av drivmedel, samtidigt som nödvändiga transporter kan upprätthållas. Det innebär i förlängningen att dagens användning av fossila drivmedel inte behöver ersättas med samma volym förnybara drivmedel. Motsvarande gäller för fastigheter och industrier, och även andra resurser och insatsvaror. Resurser bör i så stor utsträckning som möjligt behållas och cirkulera i det tekniska kretsloppet. Exempel på åtgärder för att minska klimatpåverkan genom effektivisering i en vidare bemärkelse är; delning av mobilitet och lokaler, återvinning av plast, textilier och batterier samt att alltid arbeta med energieffektivisering.¹⁰

¹⁰ IVA driver projektet Resurseffektivitet och cirkulär ekonomi, vars rapporter och resultat kommer att presenteras under våren 2020. IVA har även under åren 2014–2016 drivit projektet Ett energieffektivt samhälle. Alla rapporter återfinns på www.iva.se.



Vilken är utmaningen?

Resurseffektivitet har hittills ofta medfört ett totalt sett ökat resursutnyttjande, eftersom marginalkostnaden pressas i varje steg. Det finns tekniska lösningar på flera områden för att uppnå ökad resurseffektivitet, men för att dessa ska implementeras i tid krävs en enhetlig, tydlig, långsiktig och effektiv politik inom ett flertal områden. Men det finns även tekniska utmaningar och ekonomiska hinder. Regler och lagar bör bidra till att stötta nya affärsmodeller.

En systemeffektivisering på samhällsnivå kräver en helhetssyn som inte alltid finns. Samarbeten måste utvecklas mellan nya aktörer och regelverken och incitamentsstrukturerna måste stötta detta. Ett exempel är behovet av kraft-

värmeproduktion för att stödja elsystemet samtidigt som biobränsle som används i kraftvärme kan behövas som råvara i industrin, och industrin i sin tur har restenergier som kan användas i fjärrvärmerna.

Ett annat exempel är transportsystemet och förutsättningarna att minska utsläppen genom överflyttning av gods från flyg och lastbil till järnväg och sjöfart, samt att minska persontrafiken genom en transporteffektiv samhällsplanering och kollektiva och attraktiva alternativ till bilen. En utmaning är att transportbehovet förväntas öka, inte minst när det gäller godstransporter. Det råder samtidigt kapacitetsbrist inom järnvägsnätet vilket innebär att potentialen för att på kort och medellång sikt flytta över gods till järnvägen är begränsad.

Hur kan politiken bidra?

- **Resurseffektivitet och cirkulär ekonomi är viktiga steg mot klimatneutralitet¹¹**

Sverige har kommit långt vad gäller återvinning av papper, glas, metall och matavfall, men vi behöver utveckla system och metoder för ett effektivare material och resursutnyttjande. Det måste ställas krav redan i designfasen på att produkter ska kunna återanvändas eller återvinnas, helt eller delvis. Det behöver tas fram system och tekniker för att fler material ska återanvändas, exempelvis plast, textilier och batterier. Branschgemensamma och överskridande digitala plattformar behöver skapas för att utnyttja systemen till fullo med styrning via till exempel artificiell intelligens. Det behöver också utvecklas nya delningstjänster för till exempel transporter och lokaler. Staten behöver skapa spelregler som främjar en effektivare resursanvändning.

- **Ett helhetsperspektiv behövs för ett effektivare utnyttjande av tillgängliga resurser och för att skapa ett mer dynamiskt och flexibelt energisystem¹²**

Skatter och regelverk måste ses över så att tillgängliga resurser används så effektivt som möjligt. Ett exempel är att restvärme från industrier och lokaler, "överskottsel" i perioder med mycket vindkraft och låg efterfrågan kan skapa incitament och undanröja hinder, för flexibilitetsresurser i elsystemet, inklusive en sammankoppling av el-, fjärrvärme- och gasinfrastruktur, samt incitament för ett effektivare utnyttjande av tillgängliga bioenergiressurser från jord- och skogsbruk.

- **Vidareutveckla och implementera handlingsplanen¹³ för omställning till en fossilfri transportsektor¹⁴**

Det finns behov av en sammanhållen och tidsbestämd plan med tydliga mål för utrullning av effektivare fordon och farkoster, med tillhörande infrastruktur. En sådan handlingsplan bör beakta övriga transportpolitiska mål, samhällsnytta och eventuella målkonflikter för att ge förutsägbarhet och långsiktiga spelregler. Det bidrar till att minska osäkerheten vid större investeringsbeslut och till att tydligt visa omställningen i dess helhet.

- **Stöd utvecklingen av fungerande internationella marknader för återvunna varor och material**

För att kunna sluta kretsloppen krävs att material och varor, oavsett ursprung, kan handlas och transporteras över gränser. Material och varor måste ges en likabehandling utifrån egenskaper och risker, oavsett om det är nyproducerade eller återvunna. Hinder måste ses över och regelverken utvecklas på den internationella marknaden. Det förutsätter internationella överenskommelser om definitioner och standarder till exempel vad gäller spårbarhet.

11 Ta del av resultaten i IVAs projekt Resurseffektivitet och cirkulär ekonomi, rapporter publiceras under våren 2020.

12 Läs mer i Så klarar det svenska energisystemet klimatmålen, Vägval för klimatet, IVA 2019.

13 SOFT – Strategisk plan för omställning av transportsektorn till fossilfrihet; Trafikverket, Boverket, Naturvårdsverket, Trafikanalys och Transportstyrelsen.

14 Läs mer i Så klarar Sveriges transporter klimatmålen, Vägval för klimatet, IVA 2019.



Strategi 4: Fördela och minska den ekonomiska risken så att nödvändiga teknikskiften kan göras

För att klara klimatmålen krävs flera stora tekniska genombrott som kan kommersialiseras och bidra till en systemförändring som eliminerar utsläppen av växthusgaser. Helt nya tekniska lösningar är viktiga, men det krävs också en ständig förbättring av befintliga processer och teknik. Det gäller inom industrin, transportsektorn och i samhället i stort.

De stora tekniksprång som behöver komma till stånd kräver forskning och investeringskapital. För att investeringarna ska genomföras krävs politisk uthållighet, stödjande infrastruktur och samverkan mellan flera aktörer. Med teknikgenombrotten kan Sverige vara föregångare och möta klimatmålen på ett så effektivt och konkurrenskraftigt sätt som möjligt.

Varför ska det göras?

Sverige är och har länge varit en stark industrination som ofta har legat i framkant vilket medfört att vi blivit världsledande inom en rad områden, exempelvis överföring inom högspänd likström, fordonsteknik, höghållfasta specialstål, vätskekartong och biogas. Sverige utvecklade tidigt egna kärnkraftverk och även här hade vi en tätposition under många år.

Detta har möjliggjorts genom en bra samverkan mellan näringslivet och politiken, universitet och forskningsinstitut samt mellan olika enskilda företag. Ska vi klara klimatmålen samtidigt som svensk konkurrenskraft stärks, måste vi bejaka teknikutvecklingen och tänka i termer av industrialisering. Det finns redan exempel på nya industrier och industrisamarbeten, baserade på en bred samverkan mellan

näringslivet och politiken, som möjliggörs av en snabb teknikutveckling driven av klimatomställningen.

Exempel på stora industriprojekt är batterifabriken Northvolt och HYBRIT. Northvolt bygger nu en fullskalefabrik i Skellefteå, och en forskningsanläggning i Västerås. HYBRIT som är ett samverkansprojekt mellan SSAB, LKAB och Vattenfall, arbetar med olika forsknings- och pilotprojekt inom fossilfri järn- och ståltillverkning med hjälp av vätgas, och planerar att ha en demonstrationsanläggning i drift 2026.

Andra viktiga samverkansprojekt mellan staten och näringslivet är demonstrationsprojekt och utbyggnadsplaner för infrastruktur för lastbilar, både i form av stationära laddstationer, elvägar och för biodrivmedel.

Dessa projekt kan leda till att Sverige blir världsledande inom ny teknik för minskad klimatpåverkan. Men det kräver samtidigt att Sverige har en stark forskningspolitik som kan säkerställa att Sverige inte slår sig till ro med dessa få projekt utan också bejakar alternativa och kompletterande teknikspår såväl inom dessa områden som inom helt andra områden. Politiken behöver vara både långsiktig och ut hållig i sitt engagemang för industriell utveckling, eftersom den ofta tar lång tid.

Det är viktigt att anlägga ett internationellt perspektiv då de svenska företagen verkar på en global marknad. En samverkan inom EU är central för att vi ska kunna mobilisera tillräckliga resurser och utveckla gemensamma standarder och regler för implementering av ny teknik och infrastruktur för transporter och energisystem.

Figur 6: För att klara en klimatmålen krävs flera stora tekniska genombrott som kan kommersialiseras och bidra till en systemförändring som eliminerar utsläppen av växthusgaser. Tabellen visar vilka åtgärder som krävs för att industrin ska bli klimatneutral. Läs mer i rapporten *Så klarar svensk industri klimatmålen*, Vägval för klimatet, IVA 2019.

	Elektrifiering	Ersätta fossila bränslen med biobränslen	Vätgas	CCS / CCU	Energi-effektivisering	Tillvarata restprodukter	Andra åtgärder
Järn- och stålindustri	★	★	★		★	★	★
Gruv- och mineralindustri	★	★		★	★		★
Metallindustri	★	★			★	★	★
Cementindustri	★	★		★	★	★	★
Raffinaderiindustri	★	★	★	★	★	★	★
Skogsindustri	★	★			★	★	★
Kemiindustri	★	★	★	★	★	★	★
Övrig industri	★	★			★	★	★

Det sker en snabb teknikutveckling i andra länder och på betydligt större marknader än den svenska. Ett framgångsrikt och viktigt förhållningssätt för Sverige är därför att lära av vad som händer i andra länder, och dra nytta av den teknikutveckling som sker där. Det är skalfördelar som pressar kostnaderna på den nya tekniken.

Sverige attraherar också internationella investerare. Ett positivt exempel är vindkraft där Sverige är intressant att investera i för internationella aktörer. Med god tillgång till fossilfri energi kommer det att bli attraktivt att investera i fler teknikområden i Sverige.

Sverige är ett av världens mest exportberoende länder, och svensk välfärd är till stor del beroende av industrins konkurrenskraft. Även jordbruksföretag verkar i ett globalt sammanhang och är beroende av spelregler som inte försvagar den internationella konkurrenskraften.

Vilken är utmaningen?

En avgörande faktor för att klara omställningen är att det är lönsamt och att riskerna är hanterbara för företagen. Det

vill säga, samhället måste kunna fortsätta att utvecklas och företagen måste vara lönsamma. Det krävs stora investeringar i industrier, energianläggningar, jord- och skogsbruk och infrastruktur för att klara klimatomställningen, vilket i sin tur kräver kapital. I nuläget är räntan låg, och det råder inte brist på pengar, men finansiering är en fråga om riskhantering och avvägningar mellan olika behov. Investeringar i klimatåtgärder hanteras inte annorlunda än andra investeringar vad gäller krav på avkastning. Dock kan riskerna och möjligheterna se olika ut. Det är en risk att ligga i framkant i utveckling och introduktion av ny teknik, men det är också en möjlighet om man tidigt kan ta marknadsandelar i nya nischer. Företagen är bäst på att hantera marknadsrisker och tekniska risker, men behöver stöd vid utveckling av ny teknik och för demonstrationsprojekt.

Det finns också en politisk risk. Företagen efterfrågar alltid långsiktiga och stabila spelregler av politiken. Om politiska beslut och myndigheternas agerande upplevs som osäkra eller kortsiktiga kan det hämma nödvändiga investeringar. Vissa regelverk, till exempel osäkra tillståndprocesser och tillfälliga bidrag, kan också verka hämmande. Regering och riksdag kan bidra genom att eliminera onödiga politiska risker. Partiöverskridande överenskommelser ger förutsättning

för politisk tydlighet och gör att klimatarbetet skyddas från ryckighet i tillgång på budgetmedel.

Ett närmare samarbete mellan staten och näringslivet kan minska marknadsrisken för företag och investerare. Staten kan bidra genom upphandlingsregler som styr den offentliga efterfrågan mot klimatneutrala produkter och anläggningar. Genom leveranskontrakt där motparter gör åtaganden i senare led kan efterfrågan säkras som minskar risken för ett enskilt företag eller konsortium. Exempel på andra politiska åtgärder för att minska eller sprida riskerna är certifikatsystem och reduktionsplikt. Ytterst styrs det av medvetna konsumenter som efterfrågar klimatneutrala varor och tjänster.

Exempel på fördelning av ekonomisk risk till senare kundled är;

- Volkswagen förbinder sig att köpa Northvolts batterier.
- Transportköpare som är beredda att teckna långtidskontrakt för att dela risken med åkerier vid investeringar i ny teknik.

Exempel på hur stora kostnadsökningarna i senare kundled kan bli:

- Klimatneutral betong höjer cementpriset med 70 procent men priset på en lägenhet med ungefär 0,5 procent. (Johnsson & Rootzén, 2016)
- Klimatneutralt stål beräknas kosta 30 procent mer, men utslaget per bil innebär det en kostnadsökning med ungefär 0,5 procent. (Rootzén & Johnsson, 2016)

Beslut om större investeringar kräver att man ser en långsiktigt hållbar och konkurrenskraftig utveckling för verksamheten. Den typen av investeringar görs av lönsamma företag som tror på framtiden och bedömer att investeringen långsiktigt leder till en ökad konkurrenskraft. Detta gäller även jordbruksföretag, som visserligen har få anställda, men är en mycket kapitalkrävande verksamhet. Vid investeringen värderas både marknadsriskerna och politiska riskerna.

Konkreta utmaningar som företag och offentliga aktörer har att hantera är:

- Att skala upp ny teknik och demonstrationsprojekt till kommersiella fullskaleprojekt. Det gäller ny teknik i såväl etablerade industriföretag som groddföretag.
- Att implementering av ny teknik måste göras när det passar i investeringscyklerna, vilket kräver timing och kunskapsspridning.
- Att olika delar av de tekniska systemen är beroende av varandra och att det tar olika lång tid att få saker på plats. Det tar exempelvis några veckor att ställa upp en laddstation för elbilar, men det kan ta tio år för att få en ny ledning på plats som förser laddstationen med el.

Hur kan politiken bidra?

- **Långsiktiga politiska uppgörelser över parti-gränser minskar ekonomisk risk vid investeringar**
För att klara nödvändiga teknikskiften måste riskerna vara hanterbara för företagen. Det krävs stora investeringar i industrier och infrastruktur, vilket i sin tur kräver kapital. Om politiken och myndigheternas agerande upplevs som osäkert eller kortsiktigt kan det hämma nödvändiga investeringar. Regering och riksdag kan bidra med att eliminera onödiga politiska risker genom långsiktiga överenskommelser över partigränserna.
- **Uthålligt och fokuserat stöd för forskning och utveckling**
Nationella styrmedel har en viktig roll i att stödja utveckling av ny teknik och bidra till att skapa möjligheter för pilotprojekt och större demonstrationsanläggningar i Sverige. Uppskalning av dessa är för industrin och de gröna, biomassaproducerande näringarna en viktig del av utvecklingen. Insatserna bör fokuseras till områden där Sverige har en internationell konkurrensfördel.
- **Stimulera innovationskedjan från forskning och utveckling till kommersialisering**
Det finns behov av stimulans av koncept i pilotskala och uppskalning i demonstrationsanläggningar, för



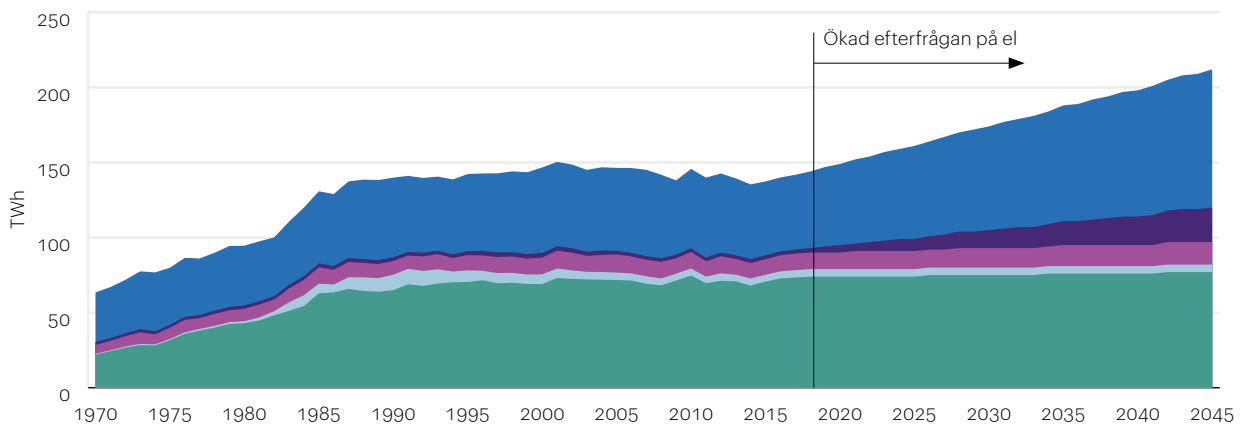
att kunna realisera den affärspotential Sverige har i omställningen. Det behövs system som premierar och minskar risken för de som går före och testar ny teknik och nya affärs- eller logistikupplägg. Uthållighet och följsamhet är viktigt för att stimulera innovationskedjan.

- **Staten måste ta ansvar för att nödvändig infrastruktur skapas som stödjer näringslivets omställning till fossilfrihet**
Infrastruktur för transporter, elektricitet, CCS och digitalisering är nödvändiga förutsättningar för att näringslivet ska kunna ställa om sin produktion till nya fossilfria processer och produkter. Staten måste vara tydlig med att nödvändig infrastruktur kommer på plats så att näringslivet vågar ta nödvändiga investeringsbeslut.
- **Driv på för en EU-gemensam handlingsplan för tunga transporter**
Sverige bör driva fram en tidsatt och finansierad EU handlingsplan för att påskynda utvecklingen

av fossilfria buss- och lastbilstransporter inom EU. Europeisk lastbilsindustri med Sverige som tung spelare står för en mycket stor global marknadsandel och ligger i framkant avseende teknikutveckling för denna sektor. Handlingsplanen bör inte bara omfatta de regionala och högtrafikerade vägstråken i Sverige utan måste knytas samman med gemensamma standarder inom Europa, där tillgången på el, biodrivmedel och vätgas säkerställs.

- **Öka kapaciteten på statlig nivå och inom EU att dela risk vid större investeringar**
Staten bör ta en del av risken i de fall där nationella intressen för en viss utveckling är större än vad den kommunala eller regionala nivån förmår att genomföra på egen hand. Efterfrågan på ny teknik kan drivas genom att vidareutveckla offentlig upphandling, certifikatsystem och reduktionsplikt. Dessa koncept bör utvecklas i samverkan inom EU.

Strategi 5: Säkerställ ökad tillgång på el och ett leveranssäkert elsystem



Figur 7: Efterfrågan på el bedöms öka med 40–60 procent om vi ska nå klimatmålen. Källa: IVA Vägval för klimatet – Energi, 2019.



ELMARKNADSREFORM OCH NY ELLAG FRÅN 1996

Elmarknaden reformerades 1996. En viktig grundsten var att elnätet skulle hållas avskilt från produktion och handel med el. Syftet med reformen var att skapa en effektiv elmarknad där konkurrens i produktion och handel med el skulle leda till ökad effektivitet och konkurrenskraft för det svenska näringslivet. Elnäten skulle vara tillgängliga för alla producenter och kunder på lika villkor (Hagman, 2016). Sverige har också ett av världens bästa elsystem, med generellt sett hög leveranssäkerhet, låga utsläpp och till konkurrenskraftiga priser.

Vid avregleringen var uppfattningen att elmarknaden var färdigutbyggd och därför infördes en elmarknadsmodell som effektivt sätter ett pris på en mogen marknad. Det ledde till en "energy only" marknad där marknadens aktörer sätter priset genom bud på spotmarknaden (IVA Vägval el, 2017). Den produktionskapacitet som tillkommit efter elmarknadsreformen har till största delen finansierats med stöd av elcertifikatssystemet. Vindkraftsinvesteringarna fortsätter dock att växa kraftigt trots att elcertifikatpriserna gått ner kraftigt, men investeringar i ny planerbar kraft går trögt.

BEDÖMT ELBEHOV 2045

Behovet av el bedöms öka från dagens 142 TWh, till mellan 200 och 220 TWh fram till år 2045. Det relativt stora spannet beror av osäkerheter kring teknikval och teknikutveckling framförallt inom industrin.

Bedömning av elbehovet 2045 jämfört med elanvändningen 2017, TWh, exklusive respektive inklusive förluster, fjärrvärme, raffinaderier med mera. Källa: IVA Vägval för klimatet – Energi, 2019, Energimyndigheten 2019, 100 procent förnybar el – Delrapport 2 Scenarier, vägval och utmaningar.

Sektorer	2017	2045	Procentuell förändring
Industri	50 TWh	82–102 TWh	60–100 %
Transporter	3 TWh	20–25 TWh	Ca 600 %
Bostäder & Service	73 TWh	75–80 TWh	Ca 7 %
Slutanvändning	126 TWh	180–205 TWh	40–60 %
Förluster m.m.	16		
Eltillförsel	142 TWh	200–220 TWh	40–60 %

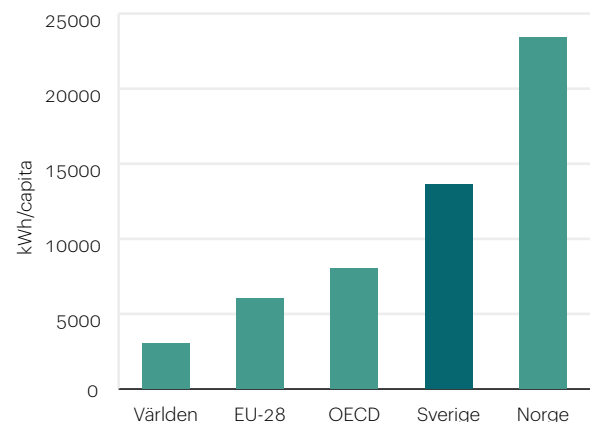
El är en effektiv energibärare som med relativt sett små förluster kan omvandlas till mekaniskt arbete, ljus och värme utan utsläpp eller annan påverkan på miljön. Vid användning innebär elektrifiering en renare arbets-, stads- och naturmiljö. Genom att ersätta fossila bränslen och drivmedel med fossilfri el minskar klimatpåverkan samtidigt som det ger andra miljövinster.

Vid produktion, distribution och lagring av el uppstår olika typer av miljöpåverkan beroende på vilken teknik som används. Elproduktionen i Sverige har små klimatavtryck jämfört med resten av Europa. De svenska utsläppen uppgår till cirka 20 g CO₂/kWh, jämfört med EU-genomsnittet på cirka 340 g CO₂/kWh 2016 (Energiföretagen, 2019).

Varför ska det göras?

Utbyggnaden av kärnkraften på 1970- och 80-talen och den därpå följande elektrifieringen av industrin och stora delar av uppvärmningen (främst småhus) har bidragit till ett minskat fossilberoende sen oljekriserna på 1970-talet, men

Figur 8: Sverige har en hög elektrifieringsgrad jämfört med många andra länder. Elanvändning per person, kWh/capita. Källa: Key World Energy statistics 2017 (IEA), Eurostat 2019.



mycket arbete återstår. Inom vissa industribranscher och i transportsektorn är fossilberoendet fortfarande stort och det har hittills varit svårt att ställa om. Genom utveckling

VILKEN ROLL KAN VÄTGASEN SPELA I ETT KLIMATNEUTRALT SAMHÄLLE?

Vätgas kan komma att spela en nyckelroll för att vi ska kunna nå klimatmålen till 2045. Poängen med vätgas är att den kan framställas med el, genom elektrolys av vatten, där vattnet sönderdelas i syre och väte, vilket ofta benämns "power to gas". Fossilfri el kan ge vätgas utan klimatpåverkan. Vätgasen utgör också en viktig råvara för möjlig produktion av andra kolväten, såsom metan, metanol och ammoniak.

Vätgas är idag en viktig insatsvara i industrin och för produktion av bensin och diesel. Dagens vätgas framställs ur naturgas, men prognoser visar att det snart kan vara lönsammare att framställa vätgas ur vatten baserat på fossilfri el. Teknikutveckling och skalfördelar bidrar till detta (presentationer och underlag via Siemens och Kic-InnoEnergy, november 2019). Det innebär att elbaserad vätgas på sikt kan konkurrera ut fossilbaserad vätgas. Efterfrågan på vätgas kommer att öka, inom industrin och i transportsektorn. Vätgas är både ett komplement och ett alternativ till el. Rena elbilar behöver kraftfulla batterier för att lagra tillräckligt med energi. Batterierna är tunga och utrymmeskrävande. För tyngre transporter pekar mycket på att energin bättre kan lagras i form av vätgas. Det går också snabbare att ladda en vätgasbil än en ren elbil. Nackdelen är att vätgas kräver betydligt mer el än vid direkt elektrifiering med batteridrift eller elvägar. Men vätgas är också ett alternativ för flyg och sjöfart där direkt elektrifiering troligtvis ligger längre bort.

Processen "power to gas" kan avlasta elsystemet och hantera överskottssituationer genom omvandling av el till vätgas, som kan lagras och användas för elproduktion vid senare tillfälle. Det möjliggör en större andel sol- och vindkraft, och minskar samtidigt lokal kapacitetsbrist i elnätet. Vätgaslager är mer lämpliga för långsiktig lagring än batterier. Vätgaslager kan hantera fluktuationer under veckor, kanske månader, medan batterier bäst hanterar dygnsvariationer.

Läs mer i rapporten *Så klarar det svenska energisystemet klimatmålen*, Vägval för klimatet, IVA 2019.

av ny teknik finns nu förutsättningar för att ersätta fossila bränslen med el i större utsträckning än tidigare. Den våg av elektrifiering som vi nu står inför kommer att innebära en ökad efterfrågan på el motsvarande 40–60 procent av dagens användning, och det i en relativt snabb takt. Helt avgörande för en fortsatt elektrifiering är att elkunder och samhällsinfrastrukturen kan lita på att det finns el när den behövs.

Vilken är utmaningen?

Vi står inför ett paradigmskifte. Efterfrågan på el kommer att öka kraftigt, samtidigt som äldre kraftverk stängs. Det

finns flera stora utmaningar i anslutning till det. Teoretiskt sett går det att framställa och tillföra landet så mycket el som kommer att behövas, men det kommer att krävas stora investeringar. Marknadsdesign, tillståndprocesser, elnätsregleringen och långsiktigt hållbara finansieringsalternativ behöver ses över och utvecklas för att nödvändiga investeringar ska komma till stånd i elproduktion, överföring och lagring av el.

Huvudfrågan kan sammanfattas i svårigheten att bibehålla ett leveranssäkert elsystem när cirka 100 TWh måste reinvesteras (Energimyndigheten, 2018b) och ytterligare 40–50 TWh¹⁵ (IVA Vägval för klimatet, 2019a) behöver nyinvesteras samtidigt som elnäten också behöver byggas

15 Efterfrågan kommer att öka mer, men idag exporterar vi cirka 20 TWh (2017). Export-/importpotentialen varierar mellan olika år, beroende av om det är våtår/torrår, blåser mycket eller är en kall/mild vinter.



ut och moderniseras. En utmaning är bristen på elproduktionskapacitet i de södra delarna av landet och behovet av överföringskapacitet från de norra delarna av landet. Kärnkraften som under lång tid har stått för närmare hälften av Sveriges elproduktion stängs successivt på grund av lönsamhets- och åldersskäl, och ny kraft som byggs är i stor utsträckning icke planerbar vindkraft. Det förändrar förutsättningarna i det tekniska systemet, både vad gäller möjligheterna att upprätthålla energi- och effektbalansen samt stabiliteten i elnäten. Att möjliggöra denna stora förändring på ett kostnadseffektivt sätt med dagens marknadsförutsättningar är en utmaning.

En stor uppgift för elnätsföretagen är att hantera tillväxten i städerna i kombination med ett åldrande elnät som be-

höver moderniseras för att möta stadens ökade behov. Det finns ingen tydlig ansvarsfördelning mellan lokalnät och överliggande nät (stamnätet) om vem som ska tillgodose kapacitetsbehovet för de lokala delsystem som städerna utgör (IVA Vägval el, 2017). Det har uppmärksammats på senare tid då det har hindrat utveckling och etablering av industrier och nya bostadsområden. I brist på överföringskapacitet från stamnätet har två elnätsföretag¹⁶ i linje med ett tämligen nytt regelverk valt att handla upp lokala produktionsreserver för att trygga elförsörjningen och föra vidare kostnaden på elnätskunderna.

Dagens marknadsmodell infördes 1996. Förutsättningarna på elmarknaden har under det kvartssekel som gått sedan dess förändrats mycket och vi har ännu större förändringar

16 Stockholm – Ellevio, och Malmö/Skåne – E.ON. 2019.

framför oss. Det råder osäkerhet om marknadsmodellen förmår att leverera nödvändiga investeringar för att upprätthålla leveranssäkerheten i den omställning som nu sker.

En del i lösningen är att kombinera utbyggnad av produktionskapacitet och elnät med att göra systemet mer dynamiskt, och utveckla möjligheterna till flexibilitet i både produktion, lagring och användning av el. Alla lösningar kommer samtidigt med en kostnad, och en samlad systemanalys måste göras för att finna de mest effektiva investeringarna och hålla kostnadsbilden konkurrenskraftig i sin helhet för att uppnå de nyttor elsystemet förväntas leverera.

Genom den omställning som sker ökar sårbarheten för störningar i hela elsystemet. Tekniskt sett finns lösningarna, men idag efterfrågar inte marknaden dessa lösningar. Elmarknaden prissätter energi per timme, men efterfrågar inte effekt eller efterfrågefleksibilitet. Det saknas tillräckliga marknadsplatser för efterfrågefleksibilitet, en affärsmässig infrastruktur för avtal och garantier, samt ekonomiska incitament för aktörer att göra nödvändiga investeringar.

Hur kan politiken bidra?

- **Politiken behöver utvecklas för att möta morgondagens behov utan att bli polariserad kring olika produktionsslag**

Politiken måste agera strategiskt och långsiktigt utifrån de utmaningar samhället står inför.

Dagens politik behöver utvecklas för att säkerställa den långsiktiga elförsörjningen med ett kraftigt ökat behov. Utgångspunkten måste vara leveranssäkerhet, kostnadseffektivitet och teknikneutralitet utifrån klimatnytta.

- **Utveckla elmarknadsmodellen för ett leveranssäkert elsystem**

Elmarknadsmodellen behöver utvecklas i syfte att skapa förutsättningar för investeringar som säkerställer leveranssäkerhet i samband med ett kraftigt ökande behov under relativt kort tid. Det innebär att det måste finnas incitament att tillhandahålla tillräckligt med elenergi, effekt och systemtjänster¹⁷ till lägsta kostnad.

- **Effektivare drift och ökad samverkan i prognos och planering för elnäten**

Elnätsbolagen bedriver en verksamhet med faktiskt och juridiskt monopol och någon konkurrens förekommer inte. Elnäten behöver svara mot kundernas behov och bristen i överföringskapacitet har visat att det finns ett utrymme för effektivare drift av elnäten genom gemensam planering och flexibla kunder. Ansvar för driftsäkerheten i elsystemet ligger inte längre bara på systemansvarige (TSO) utan kommer även att läggas på distributionsnäten (DSO). Samverkan i prognos och planering måste bli bättre.

- **Slå fast ett mål för leveranssäkerhet för att bibehålla dagens höga nivå**

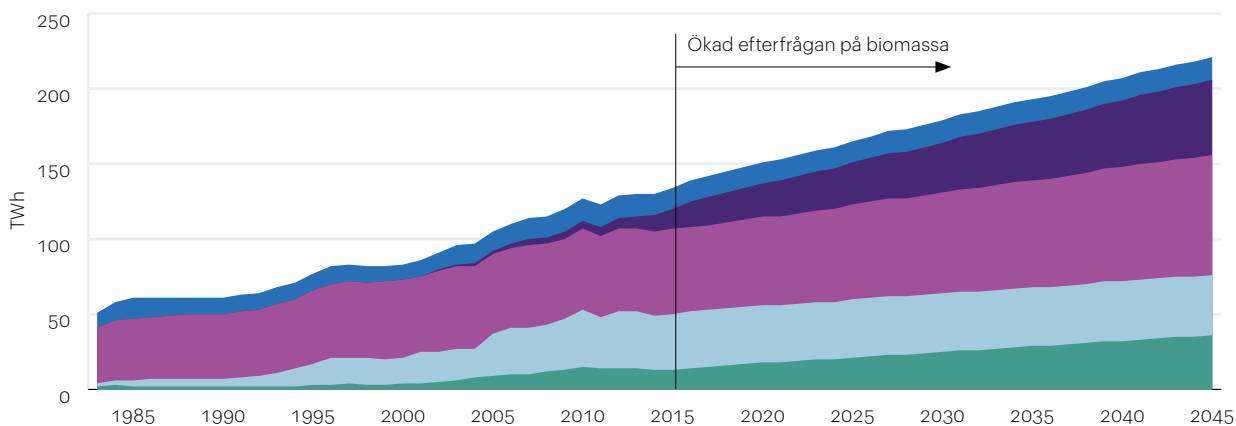
Leveranssäkerheten är generellt sett hög i det svenska elsystemet. Det har varit, och är fortfarande, en viktig konkurrensfördel för svensk industri, och har även gynnat samhället i stort. Nu sker det förändringar i det tekniska systemet som minskar leveranssäkerheten om inte åtgärder vidtas. För att kunna utvärdera och fastställa vilka åtgärder som krävs i ett föränderligt elsystem, måste ett mål för leveranssäkerhet fastställas.

17 Systemtjänster betecknar alla typer av "tjänster" som behövs för att hålla systemet driftsäkert, men som systemoperatören själv inte råder över, exempelvis svängmassa, automatisk frekvensreglering och reaktiv effekt. Större delen av kraftsystemet byggdes före avregleringen 1996, och optimerades då avseende nät, svängmassa, aktiv och reaktiv effekt med mera, för ett driftsäkert system. Omställningen av elsystemet minskar idag tillgången på dessa tjänster.

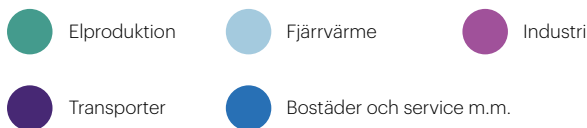


- **Initiera en fjärr- och kraftvärmestrategi**
Samtidig produktion av el och värme i ett kraftvärmeverk är mycket effektivt. Idag är det inte lönsamt att investera i kraftvärme och kraftvärmeproduktionen minskar trots att behovet i städerna är högt i och med kapacitetsbristen i elnäten. Sverige har goda tillgångar på biobränslen, kunskap samt en fungerande infrastruktur. Ny teknik kan ge effektivare bränsleutnyttjande och högre elverkningsgrad. Det behövs därför en fjärr- och kraftvärmestrategi för att se över hinder för en effektiv utveckling.
- **Utöka samarbetet med omkringliggande länder och med EU för att gemensamt säkerställa effektbalansen**
Analysera i vilken utsträckning Sverige kan förlita sig på andra länder vid bristsituationer. Elnätets sammankoppling med omgivande länder, och en därmed större geografisk sammanlagring av elsystem, vidgar möjligheterna att använda flexibilitetsresurser i andra länder.

Strategi 6: Nyttiggör Sveriges naturtillgångar i klimatomställningen



Figur 9: Efterfrågan på biomassa ökar med i storleksordningen 50 procent, från dagens cirka 150 TWh till 220 TWh. Källa: IVA Vägval för klimatet – Energi, 2019.

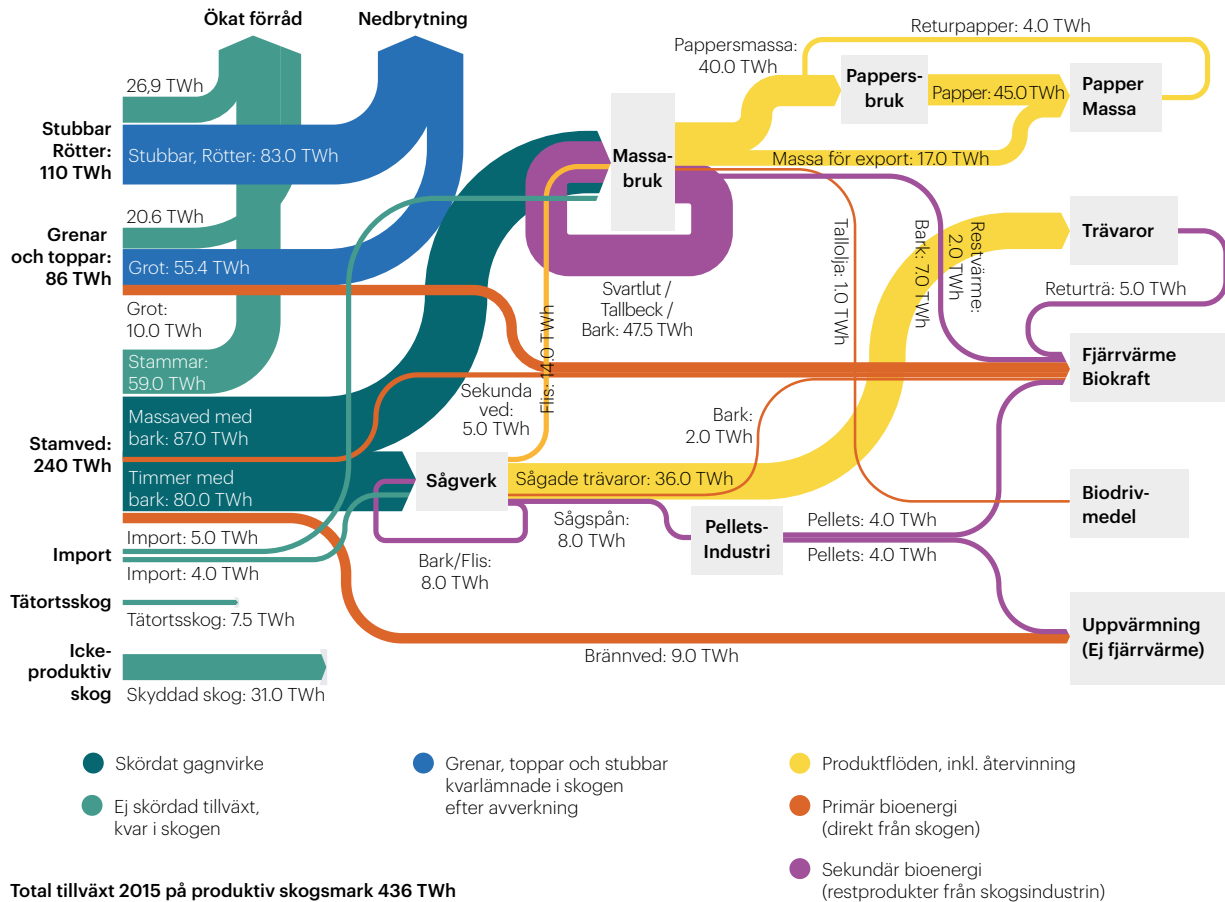


Sverige är ett glest befolkat land med stora naturtillgångar. Skogen, malmen och vattenkraften har starkt bidragit till utvecklingen av Sverige som industrination. Stora landområden och långa kuster är också en naturtillgång för utveckling av vindkraft i Sverige. Inom *Vägval för klimatet* har vi tittat på hur industrin och transportsektorn kan bli klimatneutral med stöd av energisystemet. Fokus har legat på hur stora behoven kommer vara av el och biomassa. För att klara klimatmålen kommer även efterfrågan på

olika metaller att öka. Sverige har tillgångar på olika kritiska metaller. Det har inte funnits utrymme att analysera frågan om hur de svenska malmtillgångarna bör hanteras i klimatomställningen inom *Vägval för klimatet*, men vi har låtit genomföra en underlagsstudie¹⁸ på området. En sammanfattning presenteras på sid 44–45. De svenska naturtillgångarna bör nyttiggöras i omställningen, men det finns flera viktiga frågor att reda ut på vägen. I den följande texten fokuserar vi på biomassa.

¹⁸ Tillgång på metaller så att vi når de svenska klimatmålen, IVL december 2019. Studien är i skrivande stund inte publicerad.

Figur 10: Biomassa och energiflöden från svenska skogar. Källa: Biomass and energy flows from Swedish forests. IRENA, International Renewable Energy Agency 2019; "Bioenergy from boreal forests – Swedish approach to sustainable wood use". Läs mer i *Så klarar det svenska energisystemet klimatmålen*, Vägval för klimatet, IVA 2019.



Biomassa kan ersätta fossila råvaror

Med biomassa menar vi alla typer av förnybara organiska material som härrör från skog, jordbruk eller akvatiska system. Biomassan kan användas för energiändamål, eller för produktion av material och kemikalier. Torv inkluderas inte inom begreppet biomassa, utan anses jämförbart med fossila bränslen.

Restprodukter från den svenska skogen är en viktig inhemsk källa till biobaserad energi och råvaror. Efterfrågan på massaved för produktion av papper och timmer till hus och möbler styr därför även tillgången på biomassa för energiändamål och som råvara för till exempel textilier och förnybar plast. Ungefär hälften av ett avverkat träd blir timmer och papper som i huvudsak går på export. Grenar, toppar, spån och biflöden i massa- och pappersproduktionen

blir energi eller används för produktion av exempelvis kemikalier och textilier (se illustration i Figur 6). Potentialen för olika biobaserade produkter styrs av vilken process de faller ur. Flis och spån från ett sågverk har helt andra användningsområden än tallolja och lignin ur ett massabruk. Det finns också konkurrerande användningsområden. Det är priset som styr om biomassan används för produktion av drivmedel, kemikalier, el eller går på export.

Jordbrukets produktion av biomassa tillgänglig för andra ändamål än livsmedel och foder varierar med årsmån¹⁹ och den svenska livsmedelsproduktionens marknadsandelar. Dessa volymer är små jämfört med de sidoflöden som kan erhållas från skogssektorn. För att ta tillvara dessa på ett effektivt sätt bör de lämpligen integreras med andra biomassaflöden.

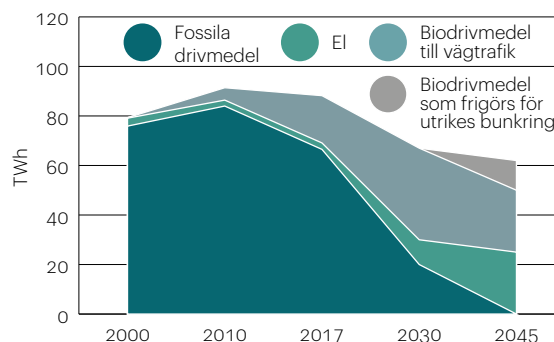
Varför ska det göras?

Efterfrågan på hållbar biomassa för drivmedel, andra energiändamål och som råvara inom industrin kommer att öka kraftigt. Det innebär att värdet på biomassan kommer att öka och då kan betalningsviljan för biomassa mellan olika sektorer bli annorlunda än i dag. Det är rimligt att anta att de sektorer som har svårast att substituera bort från fossilbaserade bränslen kommer ha högst betalningsvilja för biomassa, till exempel flyg, sjöfart och kemikalier. Särskilt gäller det de sektorer som kan föra över kostnaden direkt på kund.

Växande biomassa betraktas som klimatneutral i den meningen att ny växande biomassa tar upp den koldioxid som släpps ut då biomassa förbränns eller bryts ned på annat sätt. En förutsättning för att biomassa ska vara koldioxidneutral är att kolförrådet i befintlig biomassa och mark inte minskar.

Transportsektorn är till 75 procent beroende av fossila bränslen. Då inkluderas alla trafikslag, vägtrafik, sjöfart,

Figur 11: Det kommer att krävas stora mängder biodrivmedel för att transportsystemet ska bli fossilfritt. Bilden ger en schematisk illustration till möjlig utveckling för ökad biodrivmedelsanvändning och elektrifiering samt utfasning av fossila drivmedel för inrikes transporter. Källa: IVA Vägval för klimatet – Transporter, 2019.



flyg och spårtrafik. Det säljs allt fler elbilar i Sverige, men enbart elektrifiering kommer inte räcka för att klara klimatmålen inom transportsektorn, där koldioxidutsläppen redan år 2030 ska ha minskat med 70 procent.

Tillgång till hållbara och ekonomiskt konkurrenskraftiga biodrivmedel, inklusive biogas, är nödvändigt för att nå de svenska klimatmålen för transportsektorn. Dessa måste också kunna användas av stora delar av den befintliga fordonsflottan. Vi har 5 miljoner personbilar i Sverige, med en medellivslängd på 17 år. Flyg och sjöfart är svårare att elektrifiera och kommer att vara beroende av biodrivmedel. För tyngre vägtransporter, lastbilar och bussar finns olika alternativ beroende på rutt, men även här kommer det finnas en efterfrågan på biodrivmedel. Elvägar och vätgas med bränsleceller utgör alternativ men det är idag svårt att bedöma framtiden för dessa.

¹⁹ Sammantaget om en uppsättning egenskaper under ett år som påverkar växtförhållandena, såsom temperatur, nederbörd, näringstillgång, sjukdomar etcetera.

TOTALT BEHOV AV BIOBRÄNSLE

Totalt bedöms efterfrågan på biobränsle uppgå till cirka 220 TWh, 2045, jämfört med dagens 146 TWh (2017) (IVA Vägval för klimatet – Energi, 2019). Teoretiskt sett kan efterfrågan på biomassa mötas med inhemska resurser, men i praktiken kommer världsmarknadspriserna på biomassa och bioenergi produkter avgöra vilka råvaror som kommer att användas och var förädlingen till färdiga bioenergi produkter kommer att ske. I tabellen skiljer vi på tillförd bioenergi och använd bioenergi. Skillnaden består av omvandlingsförluster vid produktion av el, värme och biodrivmedel. Användningen av bioenergi var 143 TWh, 2017 (Energimyndigheten, 2019c).

På produktiv skogsmark var den årliga skogstillväxten i Sverige 436 TWh, 2015. Till följd av användning av bättre planteringsmaterial, skötsel och klimatförändringar bedöms skogstillväxten öka med en procent per år. Potentialen för ett hållbart uttag av biomassa från svenskt skogs- och jordbruk bedöms till 2045 vara 200–220 TWh enligt rapporten "Bioenergi på rätt sätt" (Energimyndigheten, Jordbruksverket, Naturvårdsverket, Skogsstyrelsen, 2017).

Tabell 2: Bedömning av behovet av tillförd bioenergi, inom olika sektorer och totalt, år 2045 jämfört med år 2017, TWh. Källa: IVA Vägval för klimatet – Industri, 2019.

	2017	2045	Procentuell ändring	2045
Sektorer	Tillförd bioenergi	Tillförd bioenergi		Använd bioenergi
Industri	56 TWh	80 TWh	+43 %	74 TWh
Transporter	19 TWh	50 TWh	+163 %	40 TWh
Bostäder & Service	14 TWh	15 TWh	+7 %	15 TWh
Elproduktion	18 TWh	36 TWh	+100 %	30 TWh
Fjärrvärme	38 TWh	40 TWh	+5 %	40 TWh
Totalt	146 TWh	221 TWh	+50 %	199 TWh

Biobränslen behövs även inom industrin och för el- och värmeproduktion. Inom *Vägval för klimatet* har vi visat att användningen av biomassa måste öka med 50 procent till

2045 jämfört med dagens användning om vi ska nå klimatmålen. Då inkluderas även nya tillämpningsområden inom exempelvis kemiindustrin för att ersätta fossila insatsvaror.²⁰

²⁰ Efterfrågan på "bioråvaror" såsom timmer, massa och papper, eller livsmedel har inte analyserats inom *Vägval för klimatet*. Projektet fokuserar på de biströmmar eller rester som faller ut ur skogsindustrin eller jordbruket, och som kan ersätta fossila bränslen och råvaror.

Ökat behov av metaller för att klara klimatmålen

Att klara klimatmålet innebär också ett ökat behov av olika typer av metaller, bland annat sådana som är mer sällsynta. Exempel på tekniker som är beroende av olika sällsynta eller kritiska metaller är vindkraft, solkraft, elmotorer, batterier, bränsleceller och katalysatorer.

EU har listat 27 material som bedöms som kritiska för vårt samhälle och för välfärden. De kritiska materialen väljs ut efter två viktiga kriterier: ekonomisk betydelse och tillgång. Ett exempel är kobolt som har en stor ekonomisk betydelse, men ingen betydande produktion inom EU. Importberoendet är stort och med osäker tillgång på grund av bland annat politiska osäkerheter.

De metaller som är mest kritiska ur ett svenskt perspektiv på kort sikt är kobolt, platina, palladium och rodium. Även de sällsynta jordartsmetallerna neodym, praseodym och dysprosium kan bli kritiska om vi inte kan återvinna dem, eller får till betydande utvinning och raffinering inom EU. Här avses metaller som är kritiska för att vi ska nå klimatmålen.

För Sveriges del innebär omställningen till ett fossilfritt samhälle en ökning av behoven av ett antal kritiska metaller med flera tusen procent för vissa applikationer. Detta gäller exempelvis sällsynta jordartsmetallerna neodym, praseodym och dysprosium som används i permanentmagneter i bilar elmotorer och generatorer i vindkraftverk, samt för batterimetallerna litium, nickel,

kobolt, mangan, grafit, koppar och aluminium (Dahllöf & Emilsson, 2019).


EU har stort beroende av import av strategiska metaller

En ökande internationell konkurrens om strategiska råvaror, i kombination med ett instabilt geopolitiskt läge gör prognosen om framtida tillgång till centrala råvaror försörjningen osäkert.

Europa importerar en stor andel strategiska metaller, exempelvis sällsynta jordartsmetaller till 100 procent. Allt oftare pekas på att EU behöver bli mer självförsörjande eller säkra tillgången på andra sätt. Flera av de metaller som är kritiska för att vi ska kunna nå klimatmålen utvinns dessutom i länder där miljöhänsyn och arbetsvillkor brister, och med en annan syn på demokrati. Exempelvis utvinns kobolt i Kongo, platina i Sydafrika och Ryssland, och de sällsynta jordartsmetallerna kommer i stor utsträckning från Kina.

Idag återvinns inte de kritiska metallerna i någon nämnvärd utsträckning. Kobolt återvinns till 50 procent, medan de sällsynta jordartsmetallerna inte alls återvinns.

Utöver de kritiska metallerna är koppar en viktig råvara för elektrifiering. 65 procent av all koppar som produceras i



världen idag används till att producera eller leda elektricitet, vilket gör koppar till en viktig metall i omställningen till alternativa energikällor (SGU, 2014). Exempelvis innehåller en vanlig bil med förbränningsmotor ungefär 20 kg koppar, vilket kan jämföras med en batteridriven elbil där det kan ingå uppemot 80 kg koppar. Sverige står idag för 11,4 procent av all koppar som produceras inom EU (2018), och Sverige har stora kopparfyndigheter.

Sverige kan bidra till EUs försörjning av kritiska metaller

Sverige har stora malmtillgångar och gruvindustrin har varit en viktig näring för landet under lång tid. Traditionellt utvinns järn, koppar och silver, men nu ökar efterfrågan även på andra metaller, inklusive sällsynta jordartsmetaller.

Tillväxtanalys kartlade 2017 behovet av innovationskritiska metaller och mineral (Tillväxtanalys, 2017) och visade på att flera av de innovationskritiska metallerna och mineralerna skulle kunna utvinnas i Sverige, bland annat sällsynta jordartsmetaller och grafit. Det finns även en potential för utvinning av litium, nickel och volfram och till viss del även kobolt. Detta innebär att det i Sverige finns en geologisk potential som är intressant för den snabbt växande efterfrågan på litiumjonbatterier, permanentmagneter och många speciallegeringar inom stålindustrin. Den geologiska potentialen finns inte bara i nya gruvor utan även i gruvavfall.

De sällsynta jordartsmetallerna finns i relativt riklig mängd i den svenska berggrunden. LKAB gör just nu försök att utvinna sällsynta jordartsmetaller från avfallsanden. Vid en fullskalig industri bedömer LKAB att produktionen av de sällsynta jordartsmetallerna uppgår till

cirka två procent av världsproduktionen. Sverige har även tillgångar på andra metaller som behövs för en omställning men som inte är kritiska i dagsläget, såsom vanadin och volfram. Kobolt är oftast en biprodukt från koppar- eller nickelutvinning. Det finns ingen utvinning av kobolt i Sverige i dagsläget, men det finns flera fyndigheter och kobolt finns tex även i Aitikgruvans pyritdeponier.

Eftersom Sverige, och även Finland, har tillgångar på flera av de kritiska metallerna ökar intresset för att utvinna dessa här. I Sverige är minerallagen det instrument som reglerar och möjliggör åtkomst till mark för kartläggning (prospektering) och utvinning av mineralfyndigheter. I takt med att behovet av metaller ökar, och med den konkurrens mellan olika intressen som ibland ställs på sin spets när mark är aktuell för att användas för utvinning, är det extra viktigt att förklara och påminna om mineralagens syfte, och varför samhället behöver dessa metaller och mineral.

Minerallagens utgångspunkt är att metallförsörjning är ett angeläget allmänt intresse, som är så starkt att enskilda intressen anses kan få stå tillbaka. Parallellt med minerallagen gäller miljöbalken och annan miljöskyddslagstiftning, vilket säkerställer att all kartläggning och utvinning av mineralfyndigheter görs på ett miljömässigt godtagbart sätt.

Vilken är utmaningen?

För att biomassa ska kunna ersätta fossila bränslen i större volymer måste dessa vara framställda på ett hållbart²¹ sätt och verkligen bidra till en klimatnytta. Det gäller både om biomassan är framställd i Sverige eller importerad från andra länder. Det pågår ständigt en diskussion om avvägningen mellan uttag av biomassa och inverkan på biologisk mångfald. Frågan om nettointag av koldioxid i skogen blir också en allt viktigare fråga. Se avsnitt om Bind och lagra kol på sid 48.

Möjligheten att öka användningen av biodrivmedel är inte primärt en nationell fråga. Regelverken kring vilka biodrivmedel som kan klassas som hållbara fastställs gemensamt inom EU, främst inom ramarna för Förnybarhetsdirektivets hållbarhetskriterier. Möjligheterna till skattereduktion för biodrivmedel (etanol, biodiesel) har ändrats flera gånger under de senaste fem åren. Det faller under EUs statsstödsregler och kräver ett godkännande av EU-kommissionen. Nuvarande undantag upphör att gälla vid utgången av 2020. Vad som händer därefter är oklart i dagsläget (Energimyndigheten, 2019b).

Det är inte bara EU-regler som påverkar. Fordonstillverkare producerar för en global marknad och fokuserar på att klara internationella emissionskrav och standarder. Det gäller även tillverkare av biodrivmedel. De producerar inte utifrån svenska regler eller den svenska marknaden, utan anpassar sig till global efterfrågan vad gäller hållbarhetskriterier på råvaror och kvaliteten på drivmedlen.

Flera av de länder som i dag är ledande producenter av biodrivmedel och prissättande på världsmarknaden har i olika omfattning subventionerat sina producenter, till skillnad från i Sverige och EU där styrmedlen i större utsträckning är riktade mot konsumenterna på efterfrågesidan. Bland

annat denna obalans i förutsättningar leder till att en så hög andel som 85 procent av de biodrivmedel som används i Sverige är importerade.

Frågor som diskuteras ur ett internationellt perspektiv är konflikter mellan matproduktion och uttag av biomassa. Konflikter med biodiversitetsmålen uppstår också, till exempel då regnskog fälls och bränns för att bana väg för odling av oljepalmer som bland annat används för drivmedelsproduktion. De flesta biomassasystem går dock att sköta så det kan ge en hög klimatnytta vid samtidig biomassaproduktion. Men det kräver regler och certifiering av biomassan,²² och inte minst att dessa följs och kontrolleras.

Ur ett produktionsperspektiv är utmaningen högre kostnader till följd av kostnadsdrivande regelverk i Sverige och EU jämfört med andra länder, osäkerhet om långsiktiga spelregler i Sverige och på EU-nivå, tillståndsprocesser och produktionssubventioner i länder utanför EU. Det finns en generell skepsis mot biodrivmedel inom vissa EU-institutioner, som inte beaktar svenska möjligheter till hållbar produktion av biomassa från svenskt jord- och skogsbruk.

Hur kan politiken bidra?

Råvarorna utgör den största kostnaden för de flesta biodrivmedelsproducenter.²³ Det finns därför en stark koppling mellan en konkurrenskraftig svensk biodrivmedelsproduktion och goda konkurrensvillkor för jord- och skogsbruk samt för skogsindustrin.

De styrmedel som riktas mot efterfrågesidan för drivmedel, det vill säga skattereduktion för biogas, höginblandade och rena biobränslen samt reduktionsplikt för vissa flytande

21 "Hållbarhet" inkluderar 2030-målen, d.v.s. alla FNs 17 hållbarhetsmål.

22 Det här görs i viss mån redan idag. Med RED2 (från 2021) säkerställs att endast biomassa som uppfyller hållbarhetskriterierna får användas för energiändamål (el, värme, kyla, transporter) för att ge rätt till stöd, få ingå i kvoter eller räknas till nationella och EUs måluppfyllelser. Hållbarhetskriterierna innebär att biomassa får inte tas alls från vissa skyddsvärda marker (till exempel naturskog) eller om det skadar statusen på vissa marker, vad avser till exempel biologisk mångfald eller kolinnehåll i marken.

23 Vid produktion av biogas kan man i stället få betalt för att ta hand om avfallet.



biobränslen, måste vara ambitiösa, långsiktiga och förutsägbara.

- **Se skogen som en resurs för att utveckla förnybara alternativ till fossila råvaror**

En konkurrenskraftig skogsindustri levererar inte bara timmer och papper, utan även biomassa av olika förädlingsgrad som kan användas för produktion av drivmedel, kemikalier eller el. För att nödvändiga investeringar ska komma till stånd krävs samma typ av åtgärder som diskuteras generellt för industrin i denna rapport. Det vill säga stöd för innovation och pilotanläggningar, effektiva tillståndprocesser och långsiktiga spelregler för minskad risk.

- **En ökad tillväxt i skogen, och ett aktivt skogsbruk är nödvändigt för att öka tillgången på biobränslen och andra biobaserade råvaror**

Den totala möjliga produktionen av bioenergi, i alla dess olika former, begränsas av tillgången på råvara. I grunden innebär det att vi behöver en politik som främjar ökad tillväxt i skogen och som möjliggör ett ökat uttag av biomassa.

- **Se jordbruket som en möjlig leverantör av förnybara alternativ till fossila råvaror**

Aktivt brukande och en politik som främjar tillväxt av biomassa är också avgörande för

att öka tillgången på biobränslen och andra biobaserade råvaror från jordbruket. Utöver detta rekommenderas utveckling av innovationsprogram och styrmedel som syftar till vidareförädling av bioraffinaderimodell för utvinning av högvärdiga produkter, exempelvis fytokemikalier och växtbaserat protein.

- **Undersök förutsättningarna för att öka produktionen av biodrivmedel i Sverige**

För att den stora outnyttjade potentialen för inhemsk produktion av hållbara biodrivmedel verkligen ska ta fart så måste man se över en rad olika regelverk och andra villkor av betydelse, såväl i den nationella lagstiftningen som i EUs. En utredning bör tillsättas för att analysera relevant lagstiftning, styrmedel och andra förutsättningar i Sverige och EU.

- **Fortsatt arbete behövs för att förstå behovet av metaller och mineraler i klimatomställningen och hur Sverige med sina mineralresurser kan bidra**

Detta projekt har endast berört frågan översiktligt men har identifierat att detta är ett område för fortsatt analys.

Strategi 7:

Bind och lagra kol

Kol kan bindas eller lagras i biomassa, marken eller berggrunden på olika sätt. Växter och träd binder koldioxid ur luften genom fotosyntesen, som tillsammans med vatten och näring omvandlas till rötter, stammar och bladverk. Det som blir kvar i marken, efter skörd eller avverkning ger ett tillskott av kol till marken, men det sker också en ständig nedbrytning. Skillnaden mellan årlig tillförsel och nedbrytning av organiskt material ger upphov till markens kolbalans. Det är naturens eget sätt att lagra kol i mark.

I en brukad skog sker en kontinuerlig nettoproduktion av biomassa. Virket tas ut för att användas i långlivade produkter (möbler eller trähus) som därmed lagrar kol, medan den övriga biomassan kan ersätta fossila material och energi, vilket också minskar utsläppen av växthusgaser genom substitution. Tillväxten är större än uttaget från skogen, så årligen binds motsvarande 40–60 miljoner ton koldioxid i den svenska skogen. Se även Figur 10. Variationen kan vara stor, beroende på balansen mellan tillväxt och avverkning mellan olika år (Björhed, 2019). Åkermark på mineraljordar har också varit en sänka under de senaste 25 åren motsvarande drygt 2 miljoner ton per år (IVA Vägval för klimatet, 2019c). I jordbruket lagras inte koldioxid i växande biomassa ovan jord eftersom den skördas varje år. Däremot sker en inbindning av kol i marken när tillförseln av rötter och skörderester ökar.

Svenskt skogsbruk har hittills lett till en nettolagring men i många andra länder bedrivs inte ett uthålligt skogsbruk. Globalt leder avskogning till stora utsläpp av växthusgaser till atmosfären när kolförråden minskar i både vegetation och mark. I många länder, även i Europa, är ökad beskogning och ett uthålligt skogsbruk en viktig åtgärd för en minskad klimatpåverkan. Här kan Sverige bidra med kunskap och som förebild.

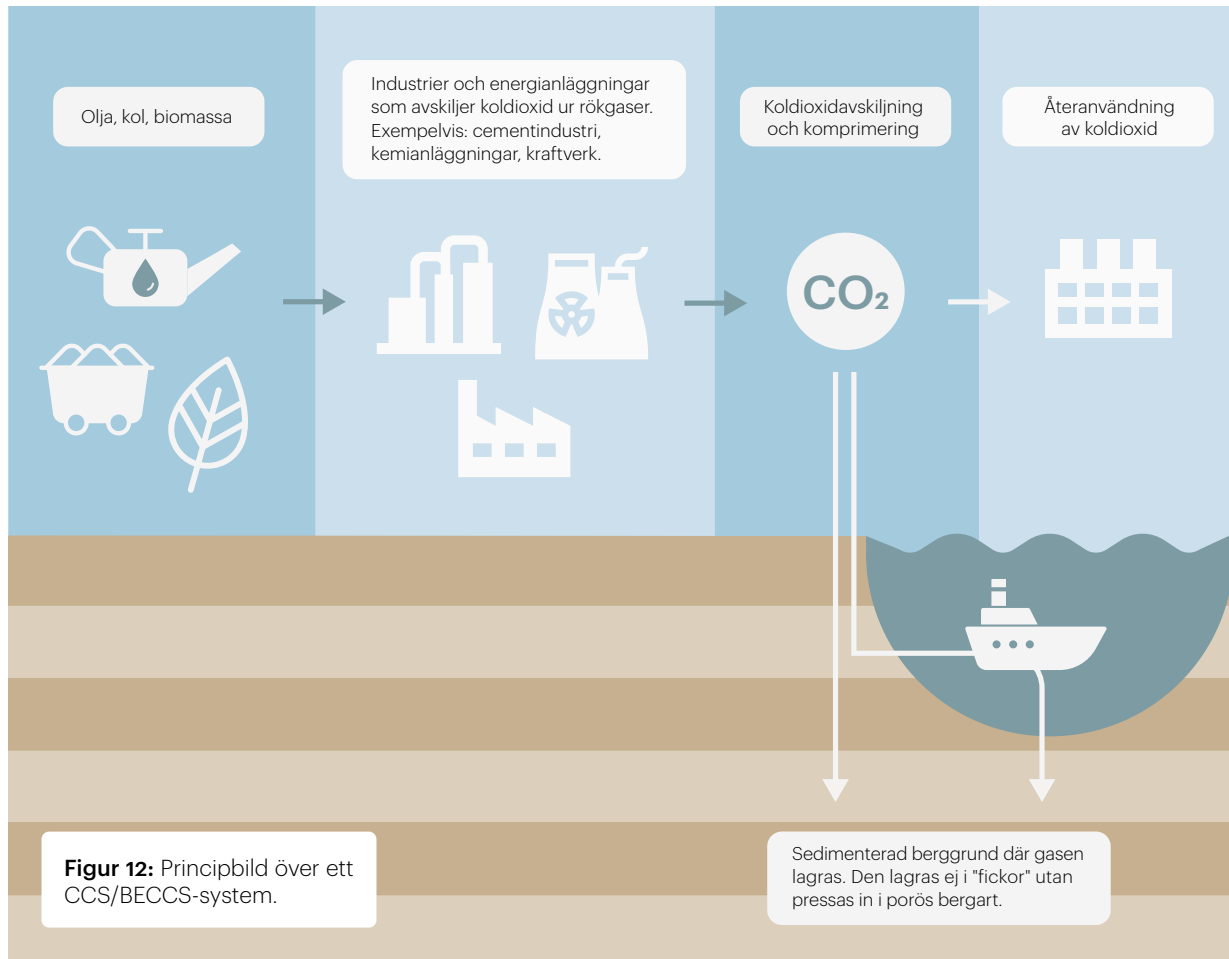
Genom ökad och spridd kunskap kring inbindning av kol i biomassa och mark kan Sverige även få en möjlighet att, framöver, få tillgodoräkna sig det som klimatåtgärd.

Kolinlagring på teknisk väg – CCS och BECCS

Det går även att avskilja och lagra koldioxid ur rökgaser på teknisk väg, i dagligt tal CCS (Carbon Capture and Storage). Aktuellt för CCS är främst stora punktutsläpp av koldioxid från till exempel kraftverk och processindustrier men på sikt kan man även tänka sig att koldioxid samlas in från sjöfartens båtar. Tillämpas tekniken på utsläpp från biobränslen, BECCS (Bio Energy CCS) bidrar den till negativa utsläpp av koldioxid. BECCS är väl lämpat för svenska förhållanden då vi har stora punktutsläpp från skogsindustrier och biobränsleeldade värmeverk och kraftverk.

Den avskilda koldioxiden komprimeras och transporteras till lagringsplatsen, via rörledning eller med båt. Tillgång till lagringsplats för den avskilda koldioxiden finns framför allt i Nordsjön, inom norskt territorium, men det finns även platser som troligtvis lämpar sig för lagring i Sverige. Koldioxiden lagras i en porös berggrund med en stabil och tät bergart ovanför som sluter inne gasen. En av de äldsta anläggningarna för att lagra koldioxid finns i Nordsjön (SGU, 2019).

CCS-tekniken tillämpas på flera platser i världen, främst i gamla gas- eller oljefält och då i samband med att den avskilda koldioxiden används för att trycka ut mer olja. Tekniken är dock fortfarande under utveckling, och Sverige deltar och stöttar i flera nationella och internationella projekt. Det finns stora lagringsutrymmen i Nordsjön och företaget Equinor



(fd Statoil) i Norge håller på att utveckla ett system för att kunna ta emot koldioxid som kommer med båt från olika länder. Via en omlastningsstation transporteras den med pipeline ut till en lagringsplats under Nordsjöns havsbotten.

Det finns även initiativ att studera så kallad direktinfångning av koldioxid från atmosfären. Tekniken kallas DAC (Direct Air Capture). En fördel med denna teknik är att DAC-anläggningarna inte behöver integreras i utsläppskällorna utan kan placeras i direkt anslutning till en lagringsplats.

Det bedrivs flera forskningsprojekt kring CCS i Sverige, också med internationell samverkan.

Varför ska det göras?

Det finns industrier och verksamheter som inte har några andra alternativ än CCS för att minska sina klimatutsläpp. Cementa, Preem och Stockholm Exergi (biogena utsläpp) har kommunicerat att koldioxidavskiljning är en del av den framtida strategin för att möta utsläppsmålen.

CCS kan också utgöra ett försteg till införande av koldioxidneutrala system såsom återvinning av koldioxid till råvara (Carbon Capture and Utilization, CCU). Genom att fånga in och återanvända koldioxid finns stora möjligheter att minska de faktiska utsläppen från industriprocesser bland annat

VAD ÄR CCS OCH BECCS?

CCS står för "Carbon Capture and Storage" med vilket avses avskiljning och lagring av koldioxid som innefattar tre steg: 1. Avskiljning och komprimering av koldioxid från rökgas, 2. transport av den avskilda koldioxiden samt 3. lagring av denna i någon form av geologisk formation.

CCS-tekniken är främst tänkt att tillämpas på stora punktutsläpp, från stora kraftverk eller industrier där varje skorsten släpper ut hundratusentals ton koldioxid per år eller mer. För mindre utsläpp blir tekniken troligtvis för kostsam även om det finns tankar om att tillämpa den inom sjöfart. Figur 12 visar en principskiss på hur ett CCS system kan se ut. Tillämpning av CCS på kluster av olika utsläppskällor kan sänka den specifika kostnaden för systemet.

CCS-tekniken anses kunna ge ett betydande bidrag till utsläppsminskningar, vilket vanligen hänförs till tre förutsättningar som bedöms vara uppfyllda:

1. Att potentialen för att lagra koldioxid – alltså lagringsutrymmet – är tillräckligt stor för att CCS ska kunna ge betydande utsläppsminskningar under många år.
2. Att inget talar för att den lagrade koldioxiden ska läcka ut.
3. Att kostnaden för CCS är i paritet med andra långtgående åtgärder för att minska klimatpåverkan.

Geologiska formationer som är lämpliga för lagring finns såväl under land som under havsområden och koldioxid kan därmed lagras både under landområden ("on-shore" lagring) och under havsbotten ("off-shore" lagring).

CCS kan tillämpas på såväl fossila som biogena utsläppskällor eftersom det inte finns någon principiell skillnad på om koldioxiden har fossilt eller förnybart ursprung. När CCS tillämpas på biogena utsläpp (till exempel i pappers- och massaindustrier) benämns det BECCS (Bio Energy CCS). Detta brukar framhållas som ett sätt att skapa negativa utsläpp. Om biomassan kommer från skog eller energigrödor där återväxten av biomassan ger minst ett netto-noll kolupptag, kan man tala om "negativa" utsläpp när CCS tillämpas på denna "nollpåverkande" koldioxid. Det är dock viktigt att komma ihåg att tillämpning av BECCS inte ger upphov till netto negativa utsläpp av växthusgaser från jordens energisystem förrän de "negativa" utsläppen från BECCS (och annan kolinbindning från biogen tillväxt samt andra åtgärder för att binda in koldioxid) överstiger de samlade utsläppen från fossil förbränning och markanvändning.

Källa: Johnsson & Kjærstad, *Avskiljning, transport och lagring av koldioxid i Sverige – Behov av forskning och demonstration*, 2019.

inom kemiindustrin. Med slutna kretslopp för material och stegvis övergång till biobaserade råvaror och bränslen blir negativa utsläpp genom CCU möjligt.

Sverige har som mål att uppnå "negativa" utsläpp efter 2045. BECCS utgör då en så kallad kompletterande åtgärd inom ramen för Sveriges klimatmål, och är sannolikt en förutsättning för att Sverige ska kunna klara sitt mål om netto-nollutsläpp till år 2045 och därefter netto negativa utsläpp.

Sverige har stora möjligheter för BECCS med många och stora biogena punktutsläpp inom kraftvärmesektorn och

pappers- och massaindustri. Här finns redan infrastruktur och affärsområden för biomassasystem som är en förutsättning för implementering av BECCS.

Vilken är utmaningen

Den övergripande utmaningen för CCS är att dagens styrmedel är för svaga samt att det helt saknas incitament för BECCS, som ger negativa utsläpp. För de fossila utsläppen som kan komma ifråga för CCS, alltså stora punktutsläpp, regleras dessa idag med EU-ETS. De ungefärliga kostnader-

na för koldioxidavskiljning och lagring uppskattas är 1000 SEK/ton koldioxid (Johnsson & Kjærstad, 2019), medan priset på utsläppsrätter inom EU-ETS ligger på cirka 250 SEK/ton koldioxid (december 2019). Idag leder alltså inte priset på utsläppsrätter på egen hand till att CCS är lönsamt, utan andra styrmedel eller stöd krävs för att få den tekniken på plats.

Tidigare har det så kallade Londonprotokollet²⁴ utgjort ett hinder för att lagra koldioxid som avskilts i ett annat land men detta hinder verkar i princip undanröjt då det nu finns en resolution (International Maritime Organization, 2020) där det mesta tyder på att den officiella svenska linjen kommer att vara att betrakta detta som en tillräcklig folkrättslig grund för export av koldioxid från Sverige till exempel Norge. Ett annat potentiellt hinder är att det i dagsläget är oklart hur koldioxid som avskilts och fraktas med båt räknas inom EU-ETS. Det finns alltså en risk att sådan koldioxid helt enkelt inte räknas som avskild och därmed inte åtnjuter motsvarande utsläppsrätter. Det bör dock vara troligt att detta är mer av en formsak som kan tydliggöras inom EU-ETS systemet.

Biogena utsläpp ingår inte i EUs handelssystem för utsläppsrätter. Det innebär att det saknas ekonomiska incitament för att realisera BECCS eller andra typer av negativa utsläpp genom lagring i skog och mark. Det finns heller inga andra styrmedel eller regelverk som kan bidra till att realisera negativa utsläpp. Regeringen har tillsatt en utredning (den Klimatpolitiska vägvalsutredningen) som analyserar olika aspekter på de kompletterande åtgärderna inklusive möjligheter att skapa incitament till kolsänkor och utredningen beräknas lämna sitt betänkande 31 januari, 2020. (Sverige riksdag, 2020)

Hur kan politiken bidra?

- **Öka kunskapen om skogens och jordbrukets bidrag till kolinlagringen i växande biomassa och i marken**

Sverige har genom sina skogsbruksmetoder en nettobindning på mellan 40–60 miljoner ton koldioxidekvivalenter per år i skogen. Jordbruket har kapacitet att öka inbindning av kol i marken. Idag är kunskapen om bindningen av kol i växande biomassa och i mark bristfällig. Frågan måste diskuteras och belysas närmare. Här behöver EUs politik påverkas.

- **Ta fram en strategi för CCS och BECCS**

Det finns industrier som inte kan minska sina utsläpp av växthusgaser på annat sätt än att avskilja koldioxiden och låta lagra den, enligt tekniker för CCS. Eftersom Sverige även har punktutsläpp med biogen koldioxid, är det en möjlighet att även avskilja och lagra den koldioxiden för att uppnå negativa utsläpp. Sverige behöver en strategi för CCS och BECCS som omfattar hela innovationskedjan från forskning via demonstration till kommersiell implementering. En svensk CCS-strategi bör utgöra en del av en sammanhållen industripolitik.

- **Utveckla internationellt harmoniserade regelverk som ger incitament för negativa utsläpp**

Sverige har stora möjligheter för BECCS och andra kompletterande åtgärder för att uppnå negativa utsläpp av växthusgaser. Idag saknas regelverk och ekonomiska incitament för att realisera BECCS eller andra åtgärder. Utveckling av incitament och styrmedel måste ske i samverkan med andra länder. Jämför med EU-ETS som ger ett gemensamt pris på koldioxid för den handlande sektorn inom EU.

24 Londonprotokollet reglerar dumpning av avfall till havs; (Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter 1972, ersattes med the London Protocol 1996.) 2013 gjordes ett tillägg till protokollet som tillåter lagring av koldioxid under havsbotten. (Havs- och vattenmyndigheten, 2020)



Appendix

Litteraturförteckning

Bilaga 1: Metodik och avgränsningar i projektet

Bilaga 2: Deltagare i de olika arbetsgrupperna

Litteraturförteckning

- Björhed, R. (2019). *Det svenska skogsbrukets klimatpåverkan. Upptag och utsläpp av växthusgasen koldioxid*. Uppsala: Skogforsk.
- Dahlöf, L., & Emilsson, E. (2019). *Tillgång på metaller så att vi når de svenska klimatmålen*. Stockholm: IVL. (underlagsrapport)
- Energiföretagen. (2019). *Energibranschens klimat- och miljöpåverkan*. Stockholm: Energiföretagen.
- Energimyndigheten. (2018a). <http://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/>. (<http://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2018/goda-forutsattningar-for-ett-100-procent-fornybart-elsystem/>;; hämtad 2019-10-18)
- Energimyndigheten. (2018b). *Vägen till ett 100% förnybart elsystem, Delrapport 1: Framtidens elsystem och Sveriges förutsättningar*. Eskilstuna: Energimyndigheten.
- Energimyndigheten. (2019a). *100 procent förnybar el – Delrapport 2 Scenarier, vägval och utmaningar*. Eskilstuna: Energimyndigheten.
- Energimyndigheten. (2019b). *Övervakningsrapport avseende skattebefrielse för flytande biodrivmedel under 2018*. Eskilstuna: Energimyndigheten.
- Energimyndigheten. (2019c). *Energiläget i siffror 2019*. Eskilstuna: Energimyndigheten.
- Energimyndigheten, Jordbruksverket, Naturvårdsverket, Skogsstyrelsen. (2017). *Bioenergi på rätt sätt – om hållbar bionenergi i Sverige och andra länder*.
- Energinet, Fingrid, Statnett och Svensk kraftnät. (2019). *(Nordic Grid Development plan)*: <https://www.statnett.no/contentassets/61e33bec85804310a0feef41387da2c0/nordic-grid-development-plan-2019-for-web.pdf>. Hämtat från www.svk.se.
- EU-kommissionen. (2019). *European Commission, Joint Research Centre*. (<https://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=booklet2018&dst=CO2emi>; hämtad 2019-11-05)
- European Commission. (2019). *Joint research centre. EDGAR – Emission Database for Global Atmospheric Research*. (<https://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=booklet2018&dst=CO2gdp>; hämtad 2019-11-26)
- Eurostat. (2019). *Energy, Transport and Environmental Indicators 2019*.
- Hagman, B. (2016). *Marknadsdesign för framtidens elsystem*. Stockholm: Energikommissionen.
- Havs- och vattenmyndigheten. (2020). *Londonkonventionen – reglering av dumpning och förbränning till havs*. (<https://www.havochvatten.se/hav/samordning-fakta/internationellt-arbete/konventioner/londonkonventionen---reglering-av-dumpning-och-forbranning-till-havs.html>; hämtad 2020-01-20)
- IEA. (2017). *Key World Energy statistics 2017*.
- International Maritime Organization. (2020). *Resolution LP.3(4) on the amendment to article 6 of the London Protokoll*. ([http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/London-Convention-London-Protocol-\(LDC-LC-LP\)/Documents/LP.3\(4\).pdf](http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/London-Convention-London-Protocol-(LDC-LC-LP)/Documents/LP.3(4).pdf); hämtad 2020-01-07)

- IVA Vägval el. (2017). *Leveranssäkerhet inom elförsörjningen*. Stockholm: IVA.
- IVA Vägval för klimatet – Energi. (2019). *Så klarar det svenska energisystemet klimatmålen*. Stockholm: IVA.
- IVA Vägval för klimatet – Industri. (2019). *Så klarar svensk industri klimatmålen*. Stockholm: IVA.
- IVA Vägval för klimatet – Jordbruk. (2019). *Så klarar det svenska jordbruket klimatmålen*. Stockholm: IVA.
- IVA Vägval för klimatet – Samhälle. (2019). *Så klarar det svenska samhället klimatmålen*. Stockholm: IVA.
- IVA Vägval för klimatet – Transporter. (2019). *Så klarar Sveriges transporter klimatmålen*. Stockholm: IVA.
- Johnsson, F., & Kjärstad, J. (2019). *Avskiljning, transport och lagring av koldioxid i Sverige – Behov av forskning och demonstration*. Göteborg: Institutionen för Rymd-, geo- och miljövetenskap; avdelningen Energiteknik, Chalmers Tekniska Högskola.
- Johnsson, F., & Rootzén, J. (2016). Managing the costs of CO₂ abatement in the cement industry. *Climate Policy*.
- Klimatpolitiska rådet. (2019). *Klimatpolitiska rådets rapport 2019*. Stockholm: Klimatpolitiska rådet.
- Naturvårdsverket. (2019a). *Fakta och statistik*. (<https://www.naturvardsverket.se/sa-mar-miljon/statistik-A-O/>; hämtad 2020-01-07)
- Naturvårdsverket. (2019b). *Miljömålen – Årlig uppföljning av Sveriges nationella miljömål 2019*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. (2019c). *www.naturvardsverket.se*. (<https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhället/EU-och-internationellt/Internationellt-miljoarbete/miljokonventioner/Klimatkonventionen/>; hämtad 2019-10-16)
- Naturvårdsverket. (2019d). *www.naturvardsverket.se*. (<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-konsumtionsbaserade-utslapp-Sverige-och-andra-lander/>; hämtad 2019-11-26)
- NEPP. (2019). *Färdplan fossilfri el – analysunderlag med fokus på elanvändningen*. Stockholm: Energiföretagen Sverige/NEPP.
- Rootzén, J., & Johnsson, F. (2016). Paying the full price of steel – Perspectives on the cost of reducing carbon dioxide emissions from the steel industry. *Energy Policy* 98, 456–469.
- SGU. (2014). *Uppdrag att utföra en kartläggning och analys av utvinning- och återvinningspotential för svenska metall och mineraltillgångar*. SGU.
- SGU. (2019). *www.sgu.se*. (<https://www.sgu.se/samhallsplanering/koldioxidlagring/>; hämtad 2019-10-14)
- Skogsindustrierna. (2019). *www.skogsindustrierna.se*: (<https://www.skogsindustrierna.se/skogsindustrin/branschstatistik/skogsindustrin-i-varlden/>; hämtad 2019-11-25)
- Smart Road Gotland. (2020). *Smart Road Gotland*. (<https://www.smartroadgotland.com/>; hämtad 2020-01-23)
- Svenska kraftnät. (2019). *Kraftbalansen på den svenska elmarknaden*, rapport 2019. Sundbyberg: Svenska kraftnät.
- Sveriges riksdag. (2020). *Klimatpolitiska vägvalsutredningen*, M 2018:70 (https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/kommitteberattelse/utredningen-om-kompletterande-atgarder-for-att-na_H6B2M07; hämtad 2020-01-07)
- Tillväxtanalys. (2017). *Innovationskritiska metaller och mineral från brytning till produkt – hur kan staten stödja utvecklingen?* Tillväxtanalys diarienummer 2016/227. (<https://www.tillvaxtanalys.se/publikationer/rapport/rapportserien/2017-11-23-innovationskritiska-metaller-och-mineral-fran-brytning-till-produkt---hur-kan-staten-stodja-utvecklingen.html>; hämtad 2020-01-07)

Bilaga 1: Metodik och avgränsningar i projektet

Metodik

Vägval för klimatet har bedrivits under åren 2018–2020. Totalt har cirka 100 personer varit direkt involverade i projektet. Arbetet har organiserats i fem olika arbetsgrupper, en styrgrupp och en politisk referensgrupp med en representant från varje riksdagsparti. Vid sammansättning av arbetsgrupperna har ambitionen varit att få in olika perspektiv och kunskap för en så allsidig belysning som möjligt av frågan. För att förstärka projektgrupperna har även externa experter engagerats i olika frågor. Politikerna har deltagit i möten under arbetets gång där vi diskuterat de politiska utmaningarna, samt i panelsamtal vid seminarierna där rapporterna lanserats.

Vi har även genomfört ett tiotal intervjuer med styrelse-representanter och beslutsfattare i näringslivet, för att tydliggöra på vilka grunder beslut om en omställning av verksamheten tas.

Ambitionen inom *Vägval för klimatet* har varit att "lägga det stora pusslet", och inte att ta fram nya underlag där det redan finns material framtaget. *Vägval för klimatet* har därför haft stor nytta av de olika färdplanerna som tagits fram inom Fossilfritt Sverige, forskarrapporter, utredningar och offentlig statistik. Referenser och litteraturlistor återges i alla rapporter.

Delrapporterna har fokus på teknik och potentialer och mindre på kostnader och styrmedel vilket återspeglas i syntesrapporten.

Arbetsgrupperna har träffats under drygt ett år, cirka en gång i månaden, vilket gör mellan 10–15 möten per grupp. De har gemensamt tagit fram underlag och analyserat hur olika sektorer kan bli klimatneutrala under ledning av en ordförande och en projektledare. Varje arbetsgrupp är ansvarig för sin rapport, men styrgruppen har godkänt att den kan ges ut. Styrgruppen är också en arbetsgrupp för framtagande av föreliggande rapport, det vill säga, hela projek-

tets syntesrapport. Alla rapporter som publiceras genomgår en extern granskning av oberoende experter.

Avgränsning

Målet för projektet är att ta fram en handlingsplan för hur Sverige ska nå klimatmålen. Dessa är formulerade utifrån utsläppen av växthusgaser inom Sveriges gränser. Det betyder inte att vi bara kan fokusera på aktiviteter inom landet. Sverige är beroende av regelverk och teknisk utveckling i vår omvärld. Främst inom EU som är vår hemmamarknad, men även alla andra länder som vi har ett handelsutbyte med eller på annat sätt påverkas av. Sveriges klimatmål är att minska utsläppen av växthusgaser inom landets gränser med minst 85 procent till 2045, jämfört med 1990, för att därefter uppnå negativa utsläpp. Resterande 15 procent för att nå netto-nollutsläpp kan nås genom så kallade kompletterande åtgärder till vilka räknas att svenska aktörer bekostar åtgärder i andra länder eller genom BECCS eller förändrad markanvändning.

Vägval för klimatet fokuserar därför på åtgärder för att minska utsläppen inom landets gränser.

Det innebär att projektet inte tittar på åtgärder som skulle kunna vara mer kostnadseffektiva att genomföra i andra länder. Svensk konsumtion av varor som importeras, ger upphov till utsläpp i andra länder. Ett klimatprojekt hade också kunnat analysera hur den svenska konsumtionen skulle kunna förändras för att minska den totala klimatpåverkan. Det kan förhoppningsvis göras i kommande projekt.

Utgångspunkten för projektet har varit att ta ett helhetsperspektiv och i stor utsträckning använda redan framtagna rapporter och statistik. Fördjupade analyser och kostnadsbedömningar inom enskilda områden har därför inte genomförts inom *Vägval för klimatet*.

Bilaga 2: Deltagare i de olika arbetsgrupperna

Arbetsgruppen för Industrisystem

Mikael Dahlgren, ABB (ordförande)
Anna Nordling, WSP (projektledare)
Anna Liljebblad/Anna Wallentin, Energigas Sverige
Ellika Berglund Aas, IF-Metall
Emma Nehrenheim, Northvolt
Göran Hult, Fortum Corporation
Göran Persson, Siemens AB
Henric Dernegård/Roine Morin, Södra Cell
Martin Vallstrand/Per Sundell, Vattenfall
Mikael Möller, IKEM
Helen Axelsson, Jernkontoret
Per Holm, Energiföretagen Sverige
Erika Skogsjö, Svemin
Stefan Savonen, LKAB
Anders Carlsson, Borealis

Arbetsgruppen för Transportsystem

Hans Folkesson, IVA Avd I (ordförande)
Kristina Haraldsson, Hifab (projektledare)
Anders Berger, Volvo
Anders Bylund, Siemens
Björn Fredriksson Möller, E.On
Elna Holmberg & Anders Nordelöf, SEC
Erica Kronhöffer, BTO
Evert Andersson, IVA Avd I
Fredrik Larsson, Svensk Sjöfart (adjungerad)
Henrik Littorin & Jannike Ludvigsson, Swedavia
Johanna Mossberg, RISE
Mårten Bergman
Jonas Eriksson & Maria Gunnarsson, Göteborgs Stads Parkering
Markus Petäjaniemi, LKAB
Mårten Bergman, Svenskt Näringsliv
Sara Emanuelsson, Energiföretagen
Sven Hunhammar, Trafikverket
Tobias Henmark, Fortum
Tomas Björnsson, Vattenfall
Ylva Öhrnell, DHL

Arbetsgruppen för Energisystem

Andreas Regnell, Vattenfall (ordförande)
Rose-Marie Ågren, Sweco (projektledare)
Anna Wolf, Power Circle
Erik Dotzauer, Stockholm Exergi, Fortum
Erik Mårtensson, Siemens AB
Filip Johnsson, Chalmers Tekniska Högskola
Gunilla Andrée, Energiföretagen Sverige
Gustav Melin, Svebio
Linda Flink, Svenskt Näringsliv
Linus Hellman, Swedegas
Stefan Thorburn, ABB
Sture Larsson, Expert kraftsystem

Arbetsgruppen för Jordbrukssystem

Ingrid Rydberg, KSLA (ordförande, projektledare)
Lennart Wickström, KSLA (skribent)
Ann Segerborg-Fick, KSLA
Jan Rundqvist, KSLA
Thomas Kätterer, SLU
Per Bodin, SJV
Jenny Jewert

Arbetsgruppen för Samhällssystem

Stefan Nyström, Naturvårdsverket (ordförande)
Staffan Eriksson, IVA (projektledare)
Anna Wallentin, Energigas Sverige
Christina Lindbäck, NCC
Dan Hjalmarsson, Handelshögskolan i Stockholm
Tina Karlberg, Siemens AB
Karin Bäckstrand, Stockholms universitet
Kristina Forsbacka, Luleå tekniska universitet
Maria Sunér Fleming, Svenskt Näringsliv
Michael Erman, Regeringskansliet
Per Everhill, Tekniska verken Linköping
Pär Hermerén/Jenny Sandahl, hållbarhet, Teknikföretagen
Thomas Nilsson, Mistra



Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien är en fristående akademi med uppgift att främja tekniska och ekonomiska vetenskaper samt näringslivets utveckling. I samarbete med näringsliv och högskola initierar och föreslår IVA åtgärder som stärker Sveriges industriella kompetens och konkurrenskraft. För mer information om IVA och IVAs projekt, se IVAs webbplats: www.iva.se.

Utgivare: Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA), 2020
Box 5073, SE-102 42 Stockholm
Tfn: 08-791 29 00

Inom ramen för IVAs verksamhet publiceras rapporter av olika slag. Alla rapporter sakgranskas av sakkunniga och godkänns därefter för publicering av IVAs vd.

IVA-M 514
ISSN: 1100-5645
ISBN: 978-91-7082-996-3

Projektledning: Karin Byman, IVA
Text: Karin Byman, IVA
Redaktör: Anna Lindberg, IVA
Illustrationer: Moa Sundkvist
Layout: Pelle Isaksson, IVA
Tryck: EO Grafiska

Denna rapport finns att ladda ned via www.iva.se



Kungl. Ingenjörsvetenskaps
Akademien

i samarbete med

