

MATERIAL ECONOMICS

KLIMATAGENDA FÖR SVERIGE

*En plan som kombinerar netto-noll utsläpp
med industriellt värdeskapande*

En rapport inom



**SVERIGE
STÄLLER OM**

Med stöd av

VINNOVA
Sveriges innovationsmyndighet



Klimatagendan är en oberoende samverkansplattform och accelerator för klimatomställningen. Vi samlar nyckelaktörer inom näringsliv, politik och samhälle bakom en kraftfull och rättvis grön omställning, i linje med Sveriges mål om nettonollutsläpp 2045.

Bakom initiativet står Global Utmaning, Material Economics och ClimateView, och ett stort antal partners.

FÖRORD

Klimatomställningen är en av vår tids största globala utmaningar. Sveriges mål om noll netto-utsläpp senast år 2045 är ett världsledande bidrag. Bakom målet finns bred uppslutning från såväl politik som företag och civilsamhälle, och en gemensam vision om Sverige som ett av världens första fossilfria välfärdsländer.

Ett mål kräver dock också en plan för att bli verklighet. Sveriges snabba historiska utsläppsminskningar har dessvärre avtagit de senaste åren, just när de istället behöver accelerera. Det brådskar därför att ta nästa steg i omställningen. 2045 är i många fall endast en investeringscykel bort.

Många analyser har visat på olika delar av vägen framåt, bland annat myndighetsscenarier för vägtransporter eller elsystemet, klimatplaner för enskilda städer, och färdplaner för industribranscher inom Fossilfritt Sverige. Det har dock saknats en sammanhållen, kvantitativ bild som visar hur ekonomin som helhet ställer om för att nå målet till 2045, inom de ramar (t ex för tillgänglig bioenergi) som finns.

Denna rapport gör en ansats till detta. Vi tar fram ett helhetsscenario som inbegriper alla delar av ekonomin, från energi till industri, transport, städer och jordbruk. Slutsatsen är optimistisk: vi finner att omställningen är fullt möjligt utan stora kostnader, och med stora möjligheter på vägen. Sve-

rige kan inte bara nå de inhemska klimatmålen, utan också göra stor global klimatnytta genom att industrin förser resten av världen med varor med allt lägre klimatavtryck. Samtidigt behöver vi ändra kurs. Omställningen kan inte ske med mer av detsamma. Rapporten beskriver flera områden där nya initiativ krävs.

Projektet har utförts av Material Economics inom ramen för initiativet Klimatagendan och med stöd av Vinnova. LKAB, SSAB, Svenskt Näringsliv och Vattenfall har stöttat olika delar av arbetet, och vi har löpande samarbetat med regeringens samverkansprogram för näringslivets klimatomställning. Inom arbetets gång har fler än 30 svenska företag generöst delat med sig av information om sina planer och ambitioner för klimatomställningen, och likaledes har många experter inom myndigheter och forskning bistått med insikter. Vi har även fått värdefulla inspel från Fossilfritt Sverige och internationellt från långvarigt samarbete med Energy Transitions Commission. Projektets styrgrupp har innefattat Tomas Kåberger (Chalmers), Göran Marklund (Vinnova) och representanter från Global Utmaning (Anders Wijkman och Kristina Persson). Projektteamet har inkluderat Cornelia Jönsson, Erik Gedda, Anders Falk och Mark Conrad. Vi riktar ett stort tack till alla som bidragit. Material Economics står ensamt för resultaten och slutsatserna som presenteras.



Per Klevnäs
Partner



Peder Folke
Associate Partner



PA Enkvist
Managing Partner



INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	7
<i>Kapitel 1.</i>	
SVERIGE STÅR INFÖR EN BRYTPUNKT I KLIMATOMSTÄLLNINGEN	12
<i>Kapitel 2.</i>	
ETT SAMMANHÅLLET SCENARIO TILL NETTO-NOLL UTSLÄPP	26
<i>Kapitel 3.</i>	
NÄSTA STEG KRÄVER EN NY MÅLBILD OCH POLITIK FÖR TVÄRGÅENDE FRÅGOR	44



SAMMANFATTNING

I. SVERIGE STÅR INFÖR EN BRYTPUNKT I KLIMATOMSTÄLLNINGEN – EN NY KOMPASSRIKTNING BEHÖVS

Sverige har redan kommit långt i klimatomställningen.

Sedan 1990 har de inhemska växthusgasutsläppen fallit med 29% och Sverige har ett väsentligt försprång jämfört med de flesta andra länder. Svensk el- och värmeproduktion är redan nära fossilfri och vår industri släpper ut endast 30% av motsvarande internationell produktion.

Vi står dock inför en brytpunkt i omställningen. Sedan 2014 har de svenska utsläppen fallit med cirka 1% per år i snitt, medan klimatmålen nu kräver en takt på minst 6%. Omställningstakten måste alltså mångdubblas. Skälen till eftersläpningen syns i alla sektorer med stora bidrag till de återstående 51 miljoner ton (Mt) växthusgasutsläppen: 1) Den tunga industrin har redan gjort väldigt mycket av vad som är tekniskt möjligt inom ramen för befintliga tillverkningsprocesser; 2) Transportsektorn använder en ökande mängd biobränslen som nästan helt importeras och förhoppningar om minskade transportvolymen har hittills inte realiserats; 3) Jordbruket har hitintills endast lyckats med mindre utsläppsminskningar. Ett nytt grepp krävs därför inom många delar av ekonomin.

Samtidigt närmar vi oss en *tipping point* där nya lösningar låser upp precis de knutar som hållit tillbaka omställningen. Ett massivt grönt tekniksprång pågår tvärs förnyelsebar kraftproduktion, batterier, grön vätgas, koldioxid-

hantering och syntetisk kemi. Detta ändrar i grunden förutsättningarna för fossilfria lösningar inom just industri och transport. Samtidigt växer en väsentligt mer gynnsam marknad fram, när fler och fler länder sätter ambitiösa klimatmål, och när fler och fler kunder efterfrågar klimatsmarta produkter. Svenska bolag har tagit fasta på allt detta. Många av dem tänker på det som att en "tävling till netto-noll" har inletts, där det gäller att inte hamna efter. Bara de senaste 2-3 åren har det formulerats ambitiösa planer inom bland annat järn och stål, kemi, metallindustri, bränsleproduktion, industrivärme, persontransporter, godstrafik, flyg, sjöfart, avfallshantering och arbetsmaskiner – dvs i stort sett alla de stora återstående utsläppsposterna.

Det är därför tid för Sverige att kurskorrigera vår klimatresa. Den handlar mindre om inkrementell effektivisering av befintliga produkter och produktionsprocesser, minskade volymer samt biobränslen i befintliga industriprocesser och fordonsslag. Istället måste vi sikta på grundläggande tekniskiften inom industrin, en elektrifierad transportomställning, mer cirkulär materialanvändning och lagring av koldioxid. Det öppnar helt nya möjligheter och ställer helt nya krav: investeringar i ny produktionskapacitet, ny infrastruktur, nya energislag och råvaror, och en stor ökning i betydelsen av el som grunden för energisystemet. Vi behöver därför också en helhetsbild av omställningen som motsvarar de möjligheter som nu ligger på bordet.

II. EN UPPDATERAD KLIMATAGENDA

Denna studie presenterar ett sammanhållet scenario för hur Sverige kan nå netto-noll inhemska utsläpp till 2045. Det bygger vidare på befintliga scenarier från myndigheter, klimatplaner för enskilda städer, branschspecifika färdplaner inom ramen för Fossilfritt Sverige, forskningsstudier och samtal med fler än 30 svenska företag. För att få ihop helhetsbilden lägger vi samman dessa, kompletterar, uppdaterar med företagens senaste planer, och föreslår ibland alternativa lösningar. Ett antal viktiga slutsatser kommer fram av analysen, vilka diskuteras i mer detalj i rapportens huvudtext:

1. Noll netto-utsläpp 2045 är inom räckhåll och attraktivt för Sverige, mycket tack vare den snabba teknikutvecklingen: De snabbt ändrade förutsättningarna som beskrivs ovan – stora tekniksprång kombinerat med snabbt växande efterfrågan för gröna lösningar – gör att det nu går att måla upp en klimaresa för Sverige som både innebär noll netto-utsläpp och samtidigt är attraktiv för vår ekonomi. Ett skifte till teknologier med snabbt fallande kostnader ändrar bilden av vad en klimatomställning kan komma att kosta. I flera fall – såsom för elektrifiering av värme eller vägtrafik, eller ökad resurseffektivitet – kan kostnaderna i själva verket bli lägre än med dagens lösningar. Där produktionskostnaderna ökar (t ex inom industrin) är genomslaget för vanliga konsumentprodukter ofta mindre än 1% (men väsentliga för enskilda industrier och bolag, vilket måste hanteras, som vi diskuterar nedan). Lägg därtill att kostnaderna för att inte stabilisera den globala uppvärmningen är många gånger högre. På intäktsidan finns samtidigt stora exportmöjligheter för Sverige. Detta är en bild som inte trovärdigt gick att måla upp så sent som för 5 år sedan, och som förhoppningsvis kan leda till att den historiska spänningen mellan näringsliv och klimat kan ersättas av en samsyn där de bolag som ställer om snabbast också är de som skapar mest ekonomiskt värde, och att detta synsätt är det som dominerar i debatten.

2. Flera kompletterande strategier krävs: Omställningen kräver många tiotals olika åtgärder (vi modellerar fler än femtio i detalj) som faller inom fyra breda grupper med ofta gemensamma förutsättningar: I) Nya typer av industriprocesser, transportlösningar och fordonsslag, ofta med el och vätgas som grund, kan skära ned så mycket som hälften av utsläppen; II) Användning av nya bio- och syntetiska bränslen inom främst flyg, sjöfart, arbetsmaskiner och industri skär ned ytterligare 10-15% av utsläppen; III) Resurseffektiva system inom jordbruket samt för cirkulära material och produkter skär ned cirka 20%; IV) Koldioxidhantering genom koldioxidavskiljning samt lagring (CCS) och användning (CCU) skär ned 5-10%. Omställningen måste innefatta alla dessa. Endast 10-15% av utsläppen återstår då (5-7 Mt, främst inom jordbruket), vilka kan mer än kompenseras med negativa utsläpp från ändrad landanvändning och genom lagring av biogen CO₂.

3. Sverige kan skapa stor internationell klimatnytta genom export: Klimatomställningen kan bidra till mycket mer än att skära ned utsläppen inom landet. Sverige har gynnsamma förutsättningar för fossilfri produktion och export inom en rad områden: järn- och stålframställning, kemisk återvinning av plast, gruvbrytning, datacenter, batteriproduktion, el och vätgas för export, mm. I nya beräkningar uppskattar vi hur stor klimatnytta svensk export skapar genom att ersätta produktion med högre utsläpp i andra länder. Redan i dag motsvarar denna internationella klimatnytta hela 26 Mt CO₂ per år. Om vi fångar nya industrimöjligheter kan den internationella klimatnyttan växa till över 60 Mt per år 2040 – mer än hela Sveriges utsläpp i dag. Till detta läggs all den klimatnytta som produkter kan skapa när de används, från energieffektiva fordon till 5G-teknik för digitalisering. Att skapa en framgångsrik och fossilfri exportindustri är därför bland de största globala klimatbidrag Sverige kan göra.

4. Bioresurser är avgörande men måste prioriteras hårt för att räcka till: Ett viktigt skäl till att en ny inriktning krävs är tillgången på hållbar biomassa. Inhemska bioresurser kan göra ett omistligt klimatbidrag i hela ekonomin, och de är därför mycket eftertraktade. Dagens hållbara tillförsel – 114 TWh årligen – skulle med stora förändringar inom skogs- och jordbruk sannolikt kunna ökas med 35-50%, så att 155-170 TWh finns hållbart tillgängligt i framtiden. Denna nivå är delvis kontroversiell, men ändå betydligt lägre än anspråken i befintliga färdplaner och scenarier, som summerar till hela 220-300 TWh primärenergi årligen. En prioritering är därför nödvändig. Vår analys visar dock att om de fyra strategier som beskrivs ovan (och som lutar sig på en hög andel el- och vätgasbaserade alternativ inom transport och industri samt resurseffektivitet) fullföljs, så räcker de hållbara tillgängliga bioresurserna till den återstående efterfrågan. Med tiden blir då bioresurser allt viktigare för fossilfri materialproduktion (trävaror, fiberprodukter som papper eller textil, kemikalier och plast), tillsammans med vissa områden där det finns få alternativ till flytande bränslen (särskilt flyg och sjöfart).

5. Elsystemet behöver byggas ut väsentligt, eventuellt till och med dubblas: Flera studier finner att dagens svenska elanvändning om cirka 140 TWh behöver öka med 50-75% i en klimatomställning. I scenariot vi analyserar är ökningen ännu större än så: elanvändningen kan mer än fördubblas, till cirka 300 TWh om Sverige ska fånga de stora industriella och klimatomställningsmässiga möjligheter som finns.

Allt i allt är detta en klimatagenda som kombinerar netto-noll inhemska utsläpp med en mycket väsentlig internationell klimatnytta, och som också skulle stärka svensk konkurrenskraft. Det är en utveckling värd att kämpa för.



III. VÄGEN FRAMÅT

Ovanstående bild bör ge oss råg i ryggen: vi har alla möjligheter att nå klimatmålen, bidra till den internationella klimatombildningen och samtidigt skapa nya affärsmöjligheter. Idag ser vi att omställningen kan bli en enormt positiv kraft för Sveriges roll i världen.

Det brådskar dock. För att lyckas behöver vi nu snabbt lämna den platå som vi hamnat på. I många branscher är år 2045 en enda investeringscykel bort och viktiga beslut behöver fattas de närmaste åren. Det finns därför också begränsat med utrymme för övergångslösningar.

En gynnsam omställning kommer att kräva en ny inriktning för industri, vägtransporter, plasthantering och negativa utsläpp:

- **Industri:** Svenska industriföretag behöver bli bland de första i världen att sätta nya teknologier i industriell skala under 2020-talet. Till 2045 krävs sedan ett omfattande investeringsprogram för att ersätta stora delar av dagens produktionskapacitet – en *nyindustrialisering* av Sverige. Väl genomfört skulle detta stärka svenska företags internationella konkurrenskraft väsentligt.

- **Vägtransporter:** Internationella fordonstillverkare svänger nu enhälligt om mot fordon drivna av batterier och bränsleceller, medan knappa bioresurser behövs inom andra delar av ekonomin. Även Sverige måste sikta mot elektrifierade vägtransporter som slutpunkt. Rollen för biodrivmedel innan dess är delvis en separat fråga, men måste hanteras så att den bidrar till snarare än hindrar omställningen.

- **Plasthantering:** Nuvarande avfallshandling innebär att nästan 80% av förbrukad plast går till förbränning, med utsläpp på omkring 3 Mt CO₂ per år. Inlåsnings-effekterna är stora och en plasthantering som uppnår miljömål kräver ett systemtänk med många nya lösningar från produktdesign till återvinning. Bland lösningarna som krävs finns CCS/U och användning av plast som råvara i kemiproduktion.

- **Negativa utsläpp:** Negativa utsläpp kan skapas redan i närtid, för att sedan öka till 2045. Särskilt finns möjligheter genom CCS på stora punktkällor av biogen CO₂, från pappers- och massabruk samt inom fjärrvärmen.

I närtid är även fem tvärgående områden särskilt viktiga för att höja omställningstakten och kunna realisera den attraktiva visionen:

1) Väsentligt mer offentligt stöd för innovation: Många företag står nu inför beslut om storskalig teknikdemonstration, ofta med investeringar på flera miljarder. Dagens styrmedel skapar inte de förutsättningar som krävs, utan det behövs stöd för både investeringar i närtid och högre produktionskostnader på sikt. Flera EU-länder sätter

nu detta på plats med nationella industristrategier och -styrmedel. Sverige måste göra detsamma om investeringarna i grön produktion ska hamna inom landet och svenska företags konkurrenskraft skall bevaras.

2) Nya mekanismer och beslutsprocesser för elsystemet: Brist på effekt hotar redan under 2020-talet att bli en hämsko för omställningen. Det är därför allvarligt att de framtidsbilder och scenarier som används t ex för planering av stamnätet fortfarande är för en långt mindre elektrifierad framtid än i scenarier där Sverige når klimatmålen. De viktiga besluten i närtid handlar inte främst om vilka kraftslag som kan tänkas vara mest gynnsamma på sikt. Det krävs en vidareutveckling av marknadsmekanismer, en mycket mer snabbfotad och enhetlig process för planering och utbyggnad av elnät, tillstånd för investeringar, och tilldelning av elnätskoncessioner. Detta har påpekats länge i debatten och inom industrin råder en nära nog total enighet om hur avgörande frågan är.

3) Stöd, infrastruktur och regelverk för grön vätgas: I ovanstående scenario kommer Sverige använda stora mängder vätgas, inom en rad områden som kemi, järn- och stål, högtemperaturvärme, vägtrafik, bränsleproduktion mm. Vätgas är dessutom ett energislag och en råvara med stora systemmöjligheter: för balansering av elnätet, effektiv industriell symbios, export till andra länder, och gemensam infrastruktur mellan sektorer. Även här börjar andra EU-länder skapa tydliga initiativ för nya stödsystem, infrastruktursatsningar och anpassning av regelverk – något som nu behöver detaljeras även för Sverige.

4) Uppdaterade tillstånds- och myndighetsprocesser: Dagens myndighetsprocesser för miljö tillstånd och elnätskoncessioner är anpassade för de marginella förändringar som varit normen de senaste decennierna. Det kan till exempel ta åtta år att få ny tillgång till kraft – även när ingen brist finns i näten. Processerna behöver därför nu stöpas om för att rättssäkert klara en kraftig utbyggnad av infrastruktur och ny industriell kapacitet – i samma tempo som rådde vid efterkrigstidens utbyggnad av vatten- och kärnkraft, eller när dagens industrier först byggdes upp. Utan detta riskerar oförutsägbara och långsamma processer att hålla tillbaka de klimatsatsningar som nu behövs.

5) Infrastrukturplanering för klimatmålen: Klimatombildningen kräver ny infrastruktur för råvaror och energi. Exempel är bl a snabbbladdare för tunga transporter, samordnad vätgastransport och -lagring, nyinvesteringar i städers transportsystem eller avfallshandling, hubbar för lagring av koldioxid för CCS, eller nationella system för insamling av plast som stort råvaruflöde. Dessa behöver samma standardisering, tydliga regleringsramverk och finansieringsstrukturer som finns för dagens infrastruktur såsom vägar eller elnät.

Det sätt vi genomför klimatomställningen på kommer att få stora konsekvenser för Sveriges framtida välfärd. Vi har nu alla förutsättningar för en kostnadseffektiv omställning som snabbt minskar våra egna utsläpp samtidigt som den bidrar till internationella klimatmål. De beslut vi fattar de närmaste fem åren blir avgörande. Sverige behöver en sammanhållen plan för omställningen.

I. SVERIGE STÅR INFÖR EN BRYTPUNKT I KLIMATOMSTÄLLNINGEN

Sverige har ambitiösa klimatmål och en uttalad ambition om att bli ett av världens första fossilfria välfärdsländer. Klimatlagen från 2017 slog bland annat fast att Sverige senast år 2045 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären.

Detta kapitel beskriver att Sverige redan har kommit långt i klimatomställningen: framför allt har vi mycket låga utsläpp inom elproduktion, värme och industri. Det gör att svensk-tillverkade produkter som exporteras idag rent av skapar klimatnytta i andra länder. Dessutom har vi stor uppslutning kring klimatmålen och en mängd färdplaner och scenarier som tagits fram de senaste åren.


Vi diskuterar också att vi har nått en brytpunkt: De strategier som hittills hjälpt oss att minska utsläppen räcker inte för nästa fas av omställningen. Exempelvis har industrin gjort nästan allt som går inom ramen för befintliga processer och transportsektorn kan inte öka användning av biobränslen mycket mer. Samtidigt befinner vi oss i en situation där utsläppsminskningarna kraftigt behöver accelerera.

Just som vi står i denna brytpunkt sker dock en snabb teknikutveckling som i grunden ändrar förutsättningarna för klimatomställningen, på ett sätt som ingen kunde förutse för bara 4-5 år sedan. Många av de sektorer som länge setts som de svåraste eller dyraste att förena med klimatmål (som transport, avfall, industri) ser nu helt nya attraktiva lösningar.

Det finns därför alla skäl till optimism, men vi behöver en uppdaterad karta att navigera efter. Menyn av åtgärder är betydligt större idag än för några år sedan och ambitiösa klimatmål ter sig mer genomförbara än någonsin. Samtidigt ser omställningen annorlunda ut än vi tidigare trott och tills nyligen planerat för: mer driven av djupa teknikskiften och systemförändringar, vilket får implikationer på bland annat vilka insatsvaror som kommer att behövas, vilken infrastruktur som måste byggas ut, och vilka satsningar som krävs i närtid.







Svensk el- och värmeproduktion är redan nära fossilfri och vår industri släpper ut endast 30% av motsvarande internationell produktion.

I I SVERIGE HAR REDAN KOMMIT LÅNGT I KLIMATOMSTÄLLNINGEN

Den första fråga vi ställer oss är var i klimatomställningen Sverige befinner sig. Svaret är att vi redan har kommit mycket långt.

Utsläppen år 2019 var nästan 30% lägre än 1990, och Sverige ser ut att klara etappmålet till 2020.¹ Vi ligger också långt fram relativt många andra länder: Det svenska elsystemet är redan nära fossilfritt, två till tre decennier innan de flesta andra länder kan hoppas att komma dit; utsläppen från uppvärmning av byggnader (vilket i många länder är en av de svåraste sektorerna att ställa om) har minskat med nästan 90% sedan 90-talet; och svensk industri släpper idag ut endast en tredjedel av jämförbara industrier i andra länder (mer detaljer i nästa avsnitt). I det svenska transportsystemet

används biobränslen i stor skala och allt mer energieffektiva fordon, men majoriteten av klimatresan kvarstår. En liknande situation syns i jordbrukssektorn som har åstadkommit relativt små utsläppsminskningar hitintills. (Figur 1)²

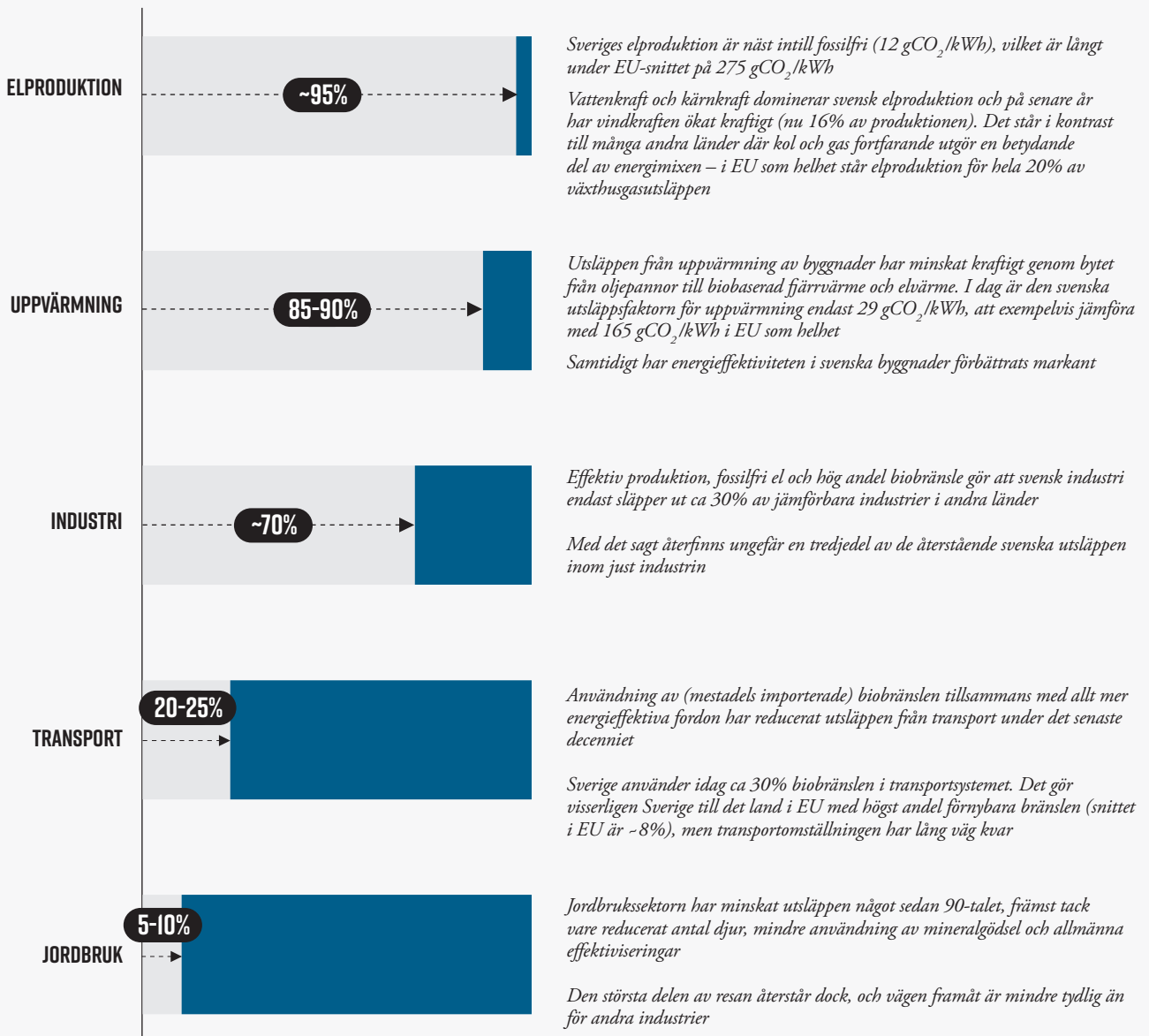
Till detta kommer att vi har mycket stor uppslutning bland politiker, företagsledare och privatpersoner kring vikten av att bli klimatneutrala. Ett stort antal färdplaner, scenarier och analyser har tagits fram de senaste åren, inte minst inom ramen för Fossilfritt Sverige, vilket har varit mycket viktiga för att omställa den vilja som finns. Många svenska bolag är ledande i sina respektive branscher och vi har gott om viktiga framtida insatsvaror som så biore-surser samt ren och billig el.

Figur 1

SVERIGE HAR REDAN KOMMIT MYCKET LÅNGT I KLIMATOMSTÄLLNINGEN

SVERIGES STATUS I OMSTÄLLNINGEN, OCH EXEMPEL RELATIVT ANDRA LÄNDER

■ KVARVARANDE UTSLÄPP



Not: Figuren illustrerar hur långt i omställningen Sverige kommit. Procentsatserna är både baserade på historiska svenska utsläppsminskningar (främst för uppvärmning, transport, jordbruk) och på jämförelser med internationella utsläppsfaktorer (särskilt relevant för elproduktion och industri)

KÄLLA: MATERIAL ECONOMICS ANALYS, BASERAT PÅ FLERA KÄLLOR (SE KÄLLFÖRTECKNING)

1.2 DET SVENSKA FÖRSPRÅNGET SKAPAR KLIMATNYTTA ÄVEN BORTOM LANDETS GRÄNSER

Sverige måste, precis som andra länder, uppnå noll netto-utsläpp av växthusgaser om FN:s klimatmål ska uppnås. Samtidigt är Sveriges roll i den globala klimatomställningen större än att minska de inhemska utsläppen. Det har till exempel uppmärksammats att import av varor leder till stora växthusgasutsläpp utomlands³. Men en ofta förbisedd aspekt är motsatsen: vilken påverkan svensk export har på klimatet.⁴ Vi har beräknat detta och resultaten är slående: Varje år skapar svensk export mer klimatnytta utomlands än de kvarvarande utsläppen från inrikes transporter och jordbruket tillsammans.

Vår analys visar att de varor som exporteras från Sverige årligen hade gett upphov till 37 miljoner ton (Mt) CO₂ om de framställts i andra länder. I Sverige ger de istället upphov till endast 11 Mt CO₂. Detta betyder att svensk export varje år trycker undan internationella utsläpp på hela 26 Mt CO₂ (Figur 2). 26 Mt CO₂ är ett stort tal: det kan jämföras med Sveriges samlade utsläpp av växthusgaser som uppgår till 51 Mt CO₂. Resultaten kommer från en strukturerad genomgång där vi – bransch för bransch – beräknat klimatavtrycket från svenska exportvaror, identifierat relevanta referensanläggningar utomlands och beräknat klimatavtrycket från motsvarande produktion i de anläggningarna.⁵

Vi finner tre huvudsakliga faktorer till varför svensk industri släpper ut betydligt mindre än industrier i andra länder och skapar klimatnytta:

- **Sveriges elsystem** är nära fossilfritt. Att svenska företag vidareförädlar vår nära CO₂-fria el ger stor klimatnytta. Den stora utbyggnaden av fossilfri elproduktion det senaste decenniet har därtill möjliggjort export av el, vilket ytterligare tränger undan utsläpp utomlands.

- **Svensk processindustri** är högeffektiv. Konstanta investeringar i processförbättringar och användning av klimateffektiva råvaror har lett till låga direktutsläpp i produktion, jämfört med andra länder. Det gäller bland annat gruvdrift, stålproduktion, raffinaderi, petrokemi och cementproduktion.

- **Svensk industri** använder hållbar bioenergi i stor skala, vilket trycker undan användning av fossila bränslen, främst inom pappers- och massaproduktion.

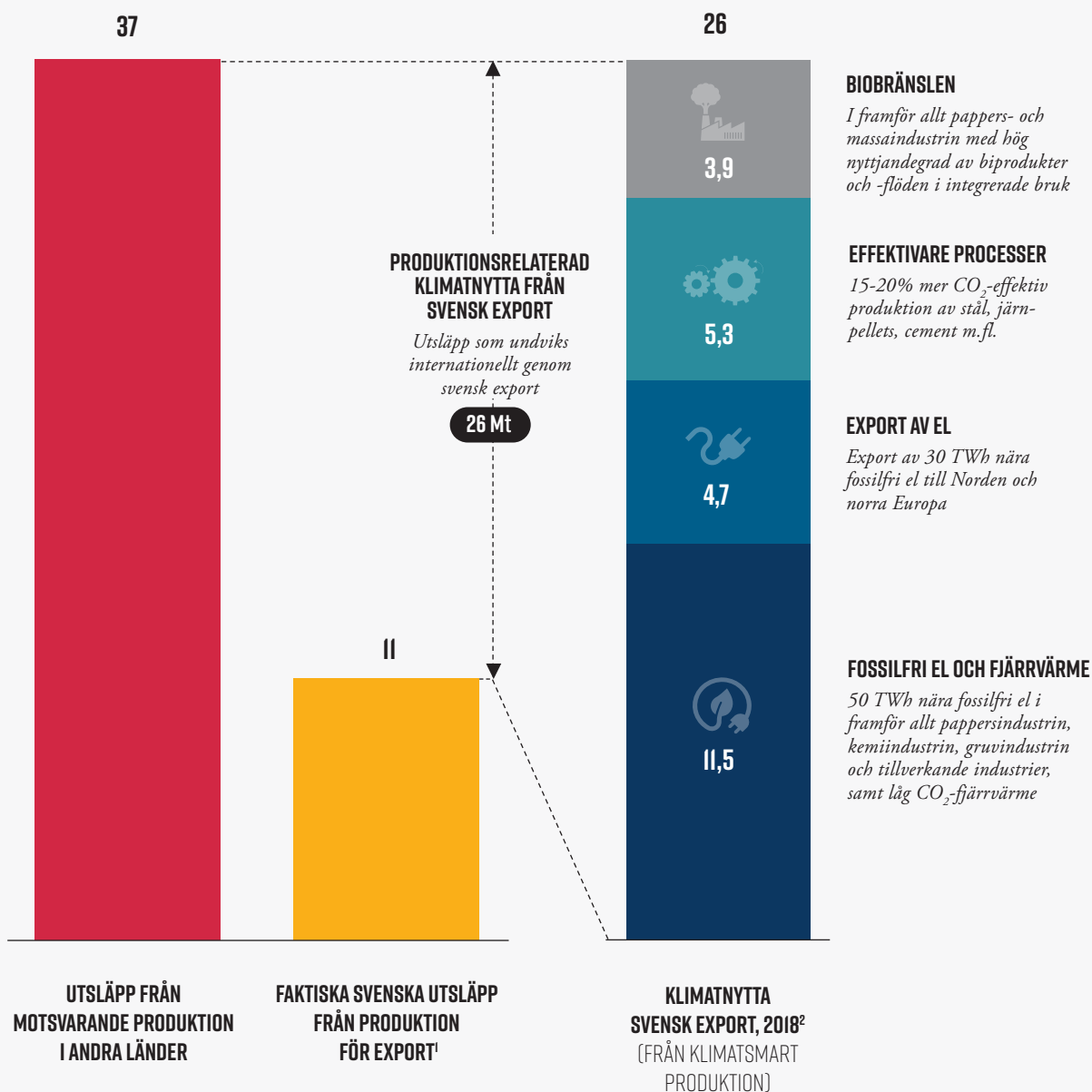
Den positiva effekten är i själva verket ännu mycket större än talen vi beskrivit ovan: utöver effekter från renare produktion bidrar svensk export till klimatnytta genom användning av de produkter som exporteras, och genom positiva systemeffekter. Många svenska exportprodukter är högeffektiva i sin klass (t ex, lastbilar, värmepumpar, kraftteknik), bidrar till materialeffektivitet (t ex, höghållfast stål), eller kan ersätta mer fossilintensiva alternativ (t ex, trävaror). Vidare tillverkar svenska företag nyckelkomponenter i en mängd gröna produkter. Till exempel används svenskt stål i en tredjedel av världens vindkraftverk, svensk vakuumteknik används i produktion av solceller, och Sverige har möjlighet att framställa stora mängder av de metaller och mineral som behövs för bred elektrifiering. Sverige ger också bidrag till digitaliseringen och kan exportera innovation och know-how för att tidigarelägga utsläppsminskningar i andra länder.

Detta visar att framgångsrik export av varor med lågt CO₂-avtryck ger mycket stora vinster för klimatet: med dagens situation leder varje ökning av svensk export till att de globala utsläppen blir lägre än de annars hade varit. Sverige ligger också före andra länder i klimatomställningen, och kan bygga på det för att skapa ännu större klimatnytta globalt de kommande decennierna (se avsnitt 2.3). En lyckad omställning för industrin är därför en hög prioritet, men som vi beskriver senare i rapporten krävs stora investeringar och ansträngningar för att komma dit.

Figur 2

SVENSK INDUSTRI SKAPAR I DAG STOR KLIMATNYTTA UTOMLANDS: 26 MT CO₂ PER ÅR FRÅN KLIMATSMART PRODUKTION AV VAROR

UTSLÄPP FRÅN SVENSK PRODUKTION AV EXPORTVAROR, JÄMFÖRT MED OM PRODUKTIONEN SKETT UTOMLANDS
Mt CO₂, 2018



1. Industrins totala utsläpp inkluderar direkta utsläpp samt utsläpp från el och värme. Andel export är baserat på exporterad volym och energianvändning för respektive industri.

2. Klimatnytta från export av stål, papper- och massa, kemi, raffinaderier, gruvindustrin, cement, tillverkande industrier, export av elektricitet samt övriga industrier (livsmedel, textil m.fl.).

KÄLLA: MATERIAL ECONOMICS (2021), KLIMATNYTTAN AV SVENSK EXPORT

1.3 VI STÅR NU INFÖR EN BRYTPUNKT – NÄSTA FAS KRÄVER MYCKET STORA FÖRÄNDRINGAR

Föregående diskussion visar att Sverige har lyckats bra hittills i klimatomställningen. Dessvärre har vi nått något av en platå där utsläppen inte faller i den takt som behövs: De senaste fem åren har de minskat med endast 1% i snitt per år, trots att de enligt många bedömare skulle behöva halveras till 2030.⁶ En noggrann analys visar att vi nära uttömt de mekanismer som hittills hjälpt oss. Vi står därför inför en brytpunkt där gårdagens strategier inte räcker för nästa fas; vi behöver ett nytt grepp.

De återstående 51 Mt växthusgasutsläppen finns inom industri (~19 Mt), transport & städer (~25 Mt), samt jordbruk (~8 Mt) (Figur 3)⁷. För att förstå vad som krävs i nästa fas av omställningen måste vi förstå vad som krävs för att skapa samma samhällsnytta – industriproduktion, mobilitet och transporter, avfallshantering, livsmedelsproduktion, mm. – men skära ned utsläppen inte med 20-30%, utan med mer än 90%.

Vår genomgång visar att stora systemförändringar behövs för att detta ska bli möjligt:

- **Inom industrin är vi nära** den tekniska gränsen för vad som kan göras med befintliga processer. Med dagens produktionsprocesser finns inte ens teoretisk potential att åstadkomma djupa utsläppsminskningar för de mest utsläppstunga sektorerna (t ex stål, cement och kemi).⁸ För att hantera de återstående utsläppen krävs därför att dagens processer antingen ersätts eller att CO₂ fångas in i stor skala. Detta är en enorm omställning. Ny teknik behöver snabbt demonstreras och stora produktionsanläggningar måste ersättas eller göras om inom ett par decennier. Samtidigt behövs helt nya råvaror och energislag.

- **För transportsektorn har** det traditionella svaret varit att minska klimatpåverkan genom att först minska transportvolymerna, och sedan använda en stor mängd biodrivmedel som ersättning till fossila bränslen.⁹ Med andra ord: förhoppningen om minskade utsläpp har stått till en stor system-

förändring på samhällsnivå (drastiskt ändrade rese- och transportmönster), men mycket marginell förändring av teknik och fordon (samma typ av förbrännings- och dieselmotorer men med nya bränslen). Det finns nu alla tecken på att den strategin inte bär frukt.¹⁰ Transportarbetet har ökat med 9% det senaste decenniet, och trenden ser inte ut att markant vända. Vad gäller användning av biodrivmedel så kommer redan idag runt 90% av bränslena från import, och på längre sikt finns inte tillräckliga volymer för såväl vägtrafik som material, värme, flyg och sjöfart.¹¹ Även inom transport behövs därför stora steg, med helt nya typer av fordon.

- **Jordbruket befinner sig** fortfarande relativt tidigt i klimatresan. Utsläppen härrör främst från jordbruksmark och djurs matsmältning, vilka är svåra att åtgärda i grunden utan att riskera att flytta utsläpp utomlands och göra Sverige än mindre självförsörjande (Sveriges självförsörjandegrad på livsmedel är idag ca 50%, jämfört med ca 75% på 1990-talet). Genom åren har många åtgärder presenterats, som bättre gödselhantering, precisionsjordbruk, förändrad markanvändning och fodertillsatser. Dessa kan minska utsläppen en bra bit, men det saknas fortfarande lösningar för att sektorn i sig ska komma i närheten av klimatneutralitet. Om den kommer behöva förlita sig på så kallade "negativa utsläpp" i andra delar av ekonomin återstår att se. Eftersom vägen framåt är högst osäker har vi i denna studie lagt mindre fokus på just jordbrukssektorn.¹²

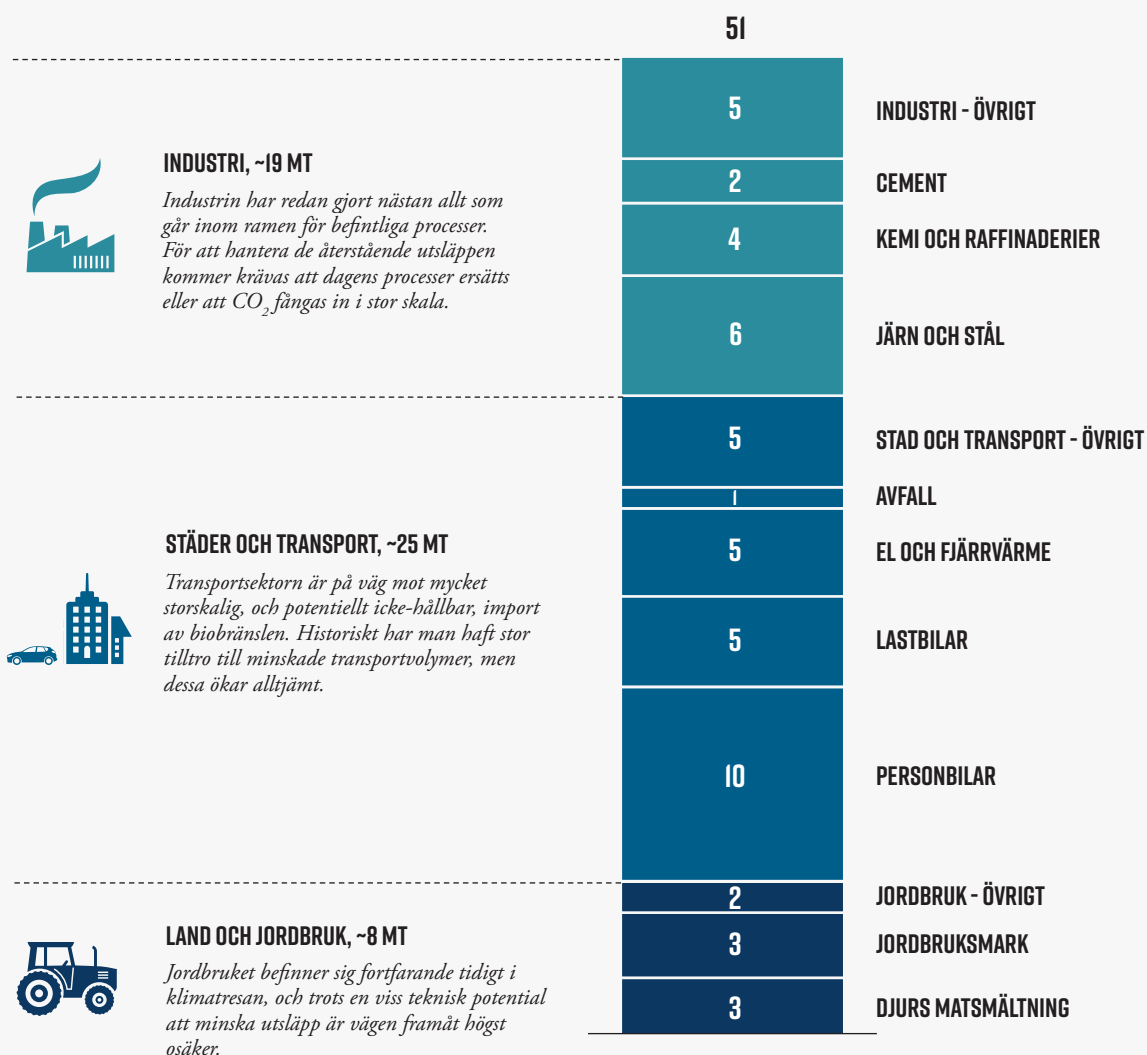
Dessa faktorer förklarar tillsammans varför omställningen står och stampar. Vi navigerar till stor del efter fel karta. Det krävs teknikutveckling samt institutionella och marknadsförutsättningar för investeringar (industri), en omprövad strategi (transporter) och nya lösningar (jordbruk). Vi står därmed i en brytpunkt där ett nytt grepp på omställningen behövs. Inte minst eftersom utsläppsminskningarna kraftigt behöver accelerera om vi ska nå klimatomålet om netto-noll utsläpp år 2045.

Figur 3

SVERIGES KLIMATRESA HAR NÅTT EN PLATÅ DÄR VI INTE KOMMER MYCKET LÄNGRE GENOM ATT GÖRA MER AV SAMMA SAK

NÄSTA STEG I KLIMATOMSTÄLLNINGEN KRÄVER STORA SYSTEMFÖRÄNDRINGAR

SVERIGES ÅTERSTÅENDE TERRITORIELLA UTSLÄPP (MT CO₂e, 2019)



KÄLLA: MATERIAL ECONOMICS ANALYS, BASERAT PÅ FLERA KÄLLOR (SE KÄLLFÖRTECKNING)

1.4 SNABB TEKNOLOGIUTVECKLING HAR ÖPPNAT UPP HELT NYA MÖJLIGHETER

Den ovanstående diskussionen kan lätt ge en pessimistisk bild av klimatomställningen. Men det finns i själva verket alla skäl till optimism. Just som vi står i denna brytpunkt för omställningen sker nämligen en snabb teknikutveckling som i grunden ändrar förutsättningarna för klimatomställningen inom just de "svåra" sektorerna: transport, avfall och industri. Vägen till minskade utsläpp ser därför både lättare och radikalt annorlunda ut än vad vi trott för bara 4-5 år sedan.

Grunden för detta är en otroligt snabb utveckling av nya plattformsteknologier som i sin tur möjliggör helt nya lösningar: förnyelsebar el, vätgas, batterier, syntetiska bränslen och kemikalier, infångad CO₂ som råvara och ökad digitalisering. Branta inlärningskurvor har gjort att kostnaden för många av dessa sjunkit med 70-90% under det senaste årtiondet, och utvecklingen förväntas fortsätta. (Figur 4)¹³

• **Exempelvis har priset** på solkraft rasat från ca 250 USD/MWh¹⁴ för 10 år sedan, till 30-40 USD/MWh idag. Vissa kontrakt har varit så låga som under 15 USD/MWh. Solkraft är nu typiskt sett billigare än kol- och gaskraft. Vindkraft har

sjunkit på ett liknande sätt, vilket är en viktig anledning till att fler och fler stora parker byggs.

• **Även kostnaden** för litium-jonbatterier (vilken är den ledande batteriteknologin i transportsektorn) har sjunkit med nästan 90%. Samtidigt har batterikapaciteten mer än fördubblats vilket ökar räckvidden för fordon, livslängden blivit bättre och andelen kritiska mineral som används minskat.

• **Grön vätgas** (som produceras via elektrolys) är tidigt i utvecklingen, men spås få en betydande roll inom både industri och transport. Många analyser visar på stora möjligheter till kostnadsminskningar när produktionen skalas upp och industrialiseras. Och kostnaden är på väg att falla mot nivåer där helt nya användningsområden öppnas upp.

• **Framsteg inom digitalisering** och datahantering har öppnat upp för nya typer av produkter, tjänster, systemoptimeringar, med mera, och många frågar sig vilken roll och vilka dörrar som kommer öppnas genom artificiell intelligens.

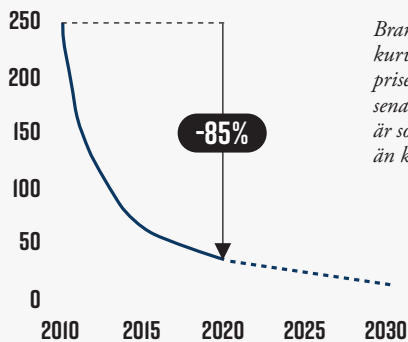
Figur 4

NYA PLATTFORMSTEKNOLOGIER UTVECKLAS MYCKET SNABBT, MED KRAFTIGT SJUNKANDE KOSTNADER

FÖRNYELSEBAR EL - SOL



SOLEL (PV) USD/MWH

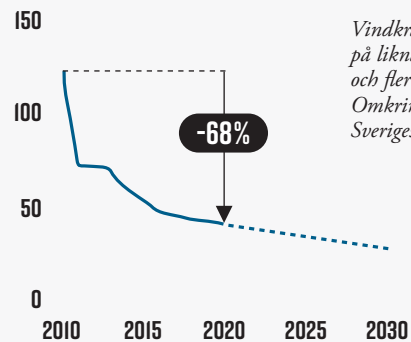


Branta inlärningskurvor har gjort att priset på solex rasat de senaste 10 åren – nu är solex ofta billigare än kol och gaskraft

FÖRNYELSEBAR EL - VIND



VINDKRAFT USD/MWH

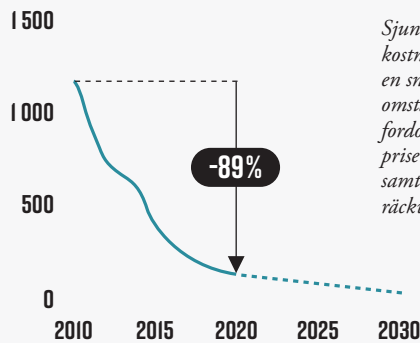


Vindkraftsel har sjunkit på liknande sätt och fler och fler stora parker byggs. Omkring 15% av EU:s och Sveriges el är nu vindkraft

BATTERIER



LITIUMBATTERIER, TRANSPORT USD/KWH

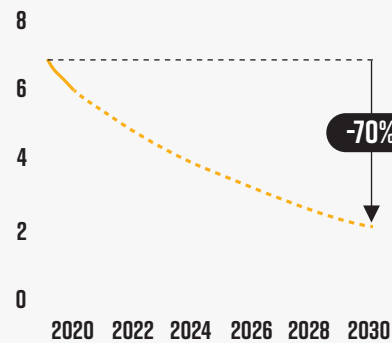


Sjunkande batterikostnader möjliggör en snabbare omställning för fordonsflottan – priserna sjunker samtidigt som räckvidden ökar

GRÖN VÄTGAS




GRÖN VÄTGAS USD/KG



Grön vätgas kommer vara betydande både inom industrin och inom viss transport. Kostnadsminskningen beror främst på billigare elektrolysörer

Not: Framtidsprognoserna för batterier och grön vätgas baseras på tidigare studier; för sol- och vindkraft är de illustrativa och antar fortsatt historisk utveckling

KÄLLA: MATERIAL ECONOMICS ANALYSIS, BASERAT PÅ FLERA KÄLLOR (SE KÄLLFÖRTECKNING)



Förbluffande nog gör denna teknikrevolution att branscher som länge setts som de svåraste och dyraste att få förenliga med klimatmål nu kan se helt nya lösningar, som ibland inte behöver vara kostsamma alls.

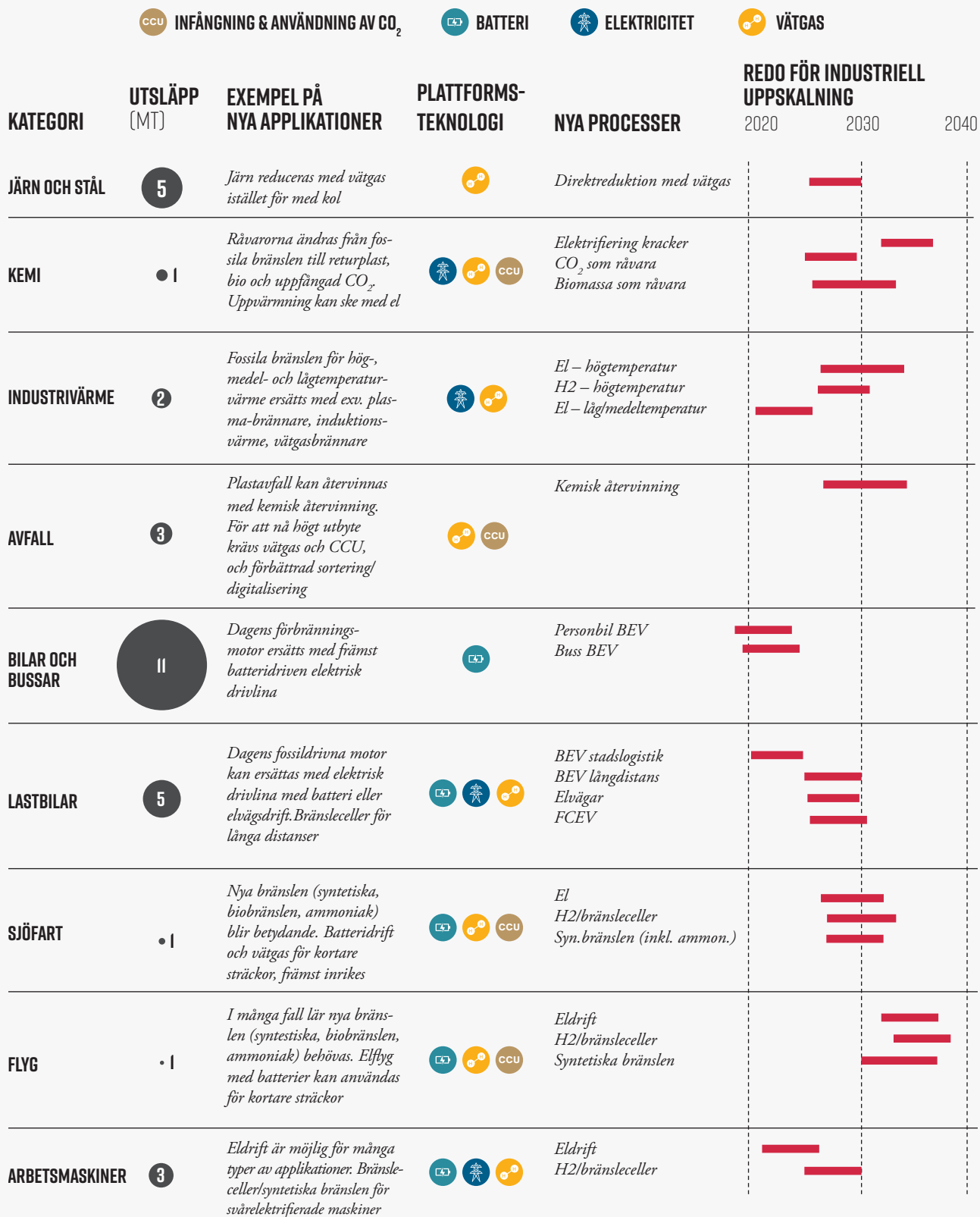
Förbluffande nog gör denna teknikrevolution att branscher som länge setts som de svåraste och dyraste att få förenliga med klimatmål nu kan se helt nya lösningar, som ibland inte behöver vara kostsamma alls. Detta lyser redan igenom i de planer som svenska företag nu sjsätter: fordonstillverkare ser höga andelar batteri- och vätgasdrivna fordon redan inom några år; planer för produktion av järn och stål genom vätgas utgör en gigantisk industrisatsning; kemiföretag satsar på skifte till helt nya processer och råvaror; vätgas för högtemperaturvärme är redan bevisad som möjlighet; ett flertal initiativ för syntetiska bränslen och kemikalier har lanserats; osv. Och det rör sig snabbt: många av dessa planer har sjsatts

bara de senaste två åren. Färdplaner och scenarier måste därför ständigt uppdateras.¹⁵

Vi har gjort en systematisk genomgång av initiativ och insatser på området – svenska och internationella studier och färdplaner, den senaste forskningen, och inte minst genomfört ett stort antal samtal om de planer som de senaste 1-2 åren formulerats av svenska företag inom basindustrin, transport- och energisektorn. Från det ser vi att nästan alla områden med stora återstående utsläpp har nya lösningar under snabb utveckling, som i relativ närtid ser ut att bli redo för industriell uppskalning (Figur 5).¹⁶

Figur 5

DEN SNABBA TEKNIKUTVECKLINGEN PRESENTERAR EN MÄNGD NYA LÖSNINGAR FÖR KLIMATOMSTÄLLNINGEN



Not: BEV = Battery Electric Vehicle, FCEV = Fuel Cell Electric Vehicle (vätgasdriven), H2 = vätgas, CCU = Carbon Capture and Utilisation

KÄLLA: MATERIAL ECONOMICS ANALYS, BASERAT PÅ FLERA KÄLLOR (SE KÄLLFÖRTECKNING)



I.5 EN NY KOMPASSRIKTNING KRÄVS DÄRMED FÖR DEN SVENSKA KLIMATOMSTÄLLNINGEN

Av resonemanget och insikterna ovan följer flera viktiga slutsatser.

För det första, att omställningen ser mycket mer möjlig ut än vi tidigare trott. Menyn av lösningar är betydligt större idag än för några år sedan och ambitiösa klimatmål ter sig mer genomförbara än någonsin även för de ”svåra” delarna av ekonomin som är just de som nu måste hanteras i den svenska klimatomställningen: industri, transport och avfall.

För det andra, att omställningen ser annorlunda ut än vi tidigare trott och tills nyligen planerat för: Förenklat såg vi tidigare omställningen som en där vi mestadels behåller samma processer och fordon men effektiviserar, använder bio-bränslen, och fångar in återstående CO₂.¹⁷ Istället ser vi nu en omställning som drivs av djupa teknikskiften, nyinvesteringar och systemförändringar: Med helt nya industriprocesser, fordon med i grunden andra drivlinor, nya

råvaruströmmar (återvunna material, vätgas) och energislag (ffa el). Om detta låter överväldigande så är det viktigt att minnas att vi har gjort motsvarande förut – i värmesektorn, med skiftet över till fjärrvärme och värmepumpar.

Detta betyder inte att vi kan luta oss tillbaka. Tvärtom väcker detta många nya frågor kring hur det klimatneutrala Sverige kommer att se ut i praktiken, och om vägen dit: vilka insatsvaror som kommer att behövas och hur de kan tillgodoses på hållbart sätt, vilka satsningar som krävs i närtid, vilken infrastruktur som måste byggas ut och vilken som inte behöver byggas ut, vilka vägval som ligger framför oss, med mera. Och tiden är knapp: Att ställa om stora ekonomiska system görs inte i en handvändning. Så även om år 2045 – då Sverige ska uppnå klimatneutralitet – kan tyckas långt borta, är det mycket viktigt att redan under tidigt 2020-tal skapa en så tydlig karta över klimatomställningen som möjligt. Vi måste ge oss själva chansen att navigera rätt.



2. ETT SAMMANHÅLLET SCENARIO TILL NETTO-NOLL UTSLÄPP

Sverige behöver en uppdaterad och sammanhållen bild av klimatomställningen, som reflekterar att lösningsutrymmet idag är bredare än tidigare och tar hänsyn till viktiga tvärgående frågor.

Hitintills har det inte funnits någon detaljerad, integrerad och kvantitativ helhetsbild, men i detta kapitel presenteras en version: ett integrerat scenario för klimatneutralitet år 2045, som utgår från och bygger vidare på existerande färdplaner och scenarier. Vi diskuterar implikationerna på kostnader, internationell klimatnytta, användning av bioresurser och elbehov. Självfallet är vi ödmjuka för att detta är en första ansats som kommer behöva vidareutvecklas och förfinas.

Det första vi ser är att netto-noll utsläpp 2045 är fullt genomförbart. Nästan alla utsläpp av växthusgaser kan åtgärdas genom ett femtiotal åtgärder inom fyra breda strategier: nya industriprocesser och elektrifiering, nya bio- och syntetiska bränslen, resurseffektiva system och produkter, samt koldioxiduppfångning och -hantering. Endast ca 5-7 Mt CO₂ saknar i dagsläget tydliga lösningar, vilka kan kompenseras med negativa utsläpp.

Vi ser också att kostnaderna för omställningen kan bli hanterbara. Ett skifte till teknologier med snabbt fallande kostnader kan i flera fall rent av leda till billigare produkter och tjänster än idag (t ex inom vägtransport). Dessutom skapas stora sidonyttor som lägre luftföroreningar. I andra fall kommer produktionskostnader tydligt att öka (t ex inom industrin) vilket måste hanteras, men genomslaget för vanliga konsumentprodukter är ofta mindre än 1%.

Omställningen vi ritar upp gör också att den internationella klimatnyttan av export, som vi diskuterade tidigare i rapporten, växer sig långt större än idag. Genom en framgångsrik omställning som också fångar nya industrimöjligheter kan klimatnyttan från klimatsmart produktion växa till över 60 Mt per år till 2040 – mer än hela Sveriges utsläpp i dag.



På senare tid har tillgången på bioresurser lyfts som en allt viktigare fråga, eftersom de är otroligt mångsidiga och därför lätt pekas på som lösning inom väldigt många delar av ekonomin. Vi finner att klimatomställningen är möjlig med de tillgängliga bioresurser som finns inom Sveriges gränser, om den lutar sig mot en hög andel el- och vätgasbaserade alternativ inom framför allt vägtransport och industri. Samtidigt kan då bioresurser användas för fossilfri materialproduktion och vissa områden där det finns få alternativ till flytande bränslen.

Slutligen belyser vi i detta kapitel att elsystemet är grunden för en svensk klimatomställning och att det kan behöva klara en fördubbling av dagens elanvändning. Flera studier har pekat på en ökning med 50-75% från dagens ca 140 TWh. I scenariot vi analyserar blir ökningen än större än så, uppåt ca 300 TWh.

Netto-noll utsläpp 2045 är inom räckhåll och attraktivt för Sverige.

2.1 ETT INTEGRERAT SCENARIO TILL NETTO-NOLL UTSLÄPP

Vi har tagit fram ett sammanhållet scenario för klimatneutralitet år 2045 och ser att netto-noll är fullt görbart. En bred palett av åtgärder – samlade inom fyra övergripande strategier – gör tillsammans att nästan alla utsläpp kan elimineras. (Figur 6)

Scenariot är utformat utifrån flera grundprinciper: Det utgår så långt som möjligt från och bygger vidare på alla de gedigna planer och scenarier som tagits fram de senaste åren – särskilt de från Fossilfritt Sverige och statliga my-

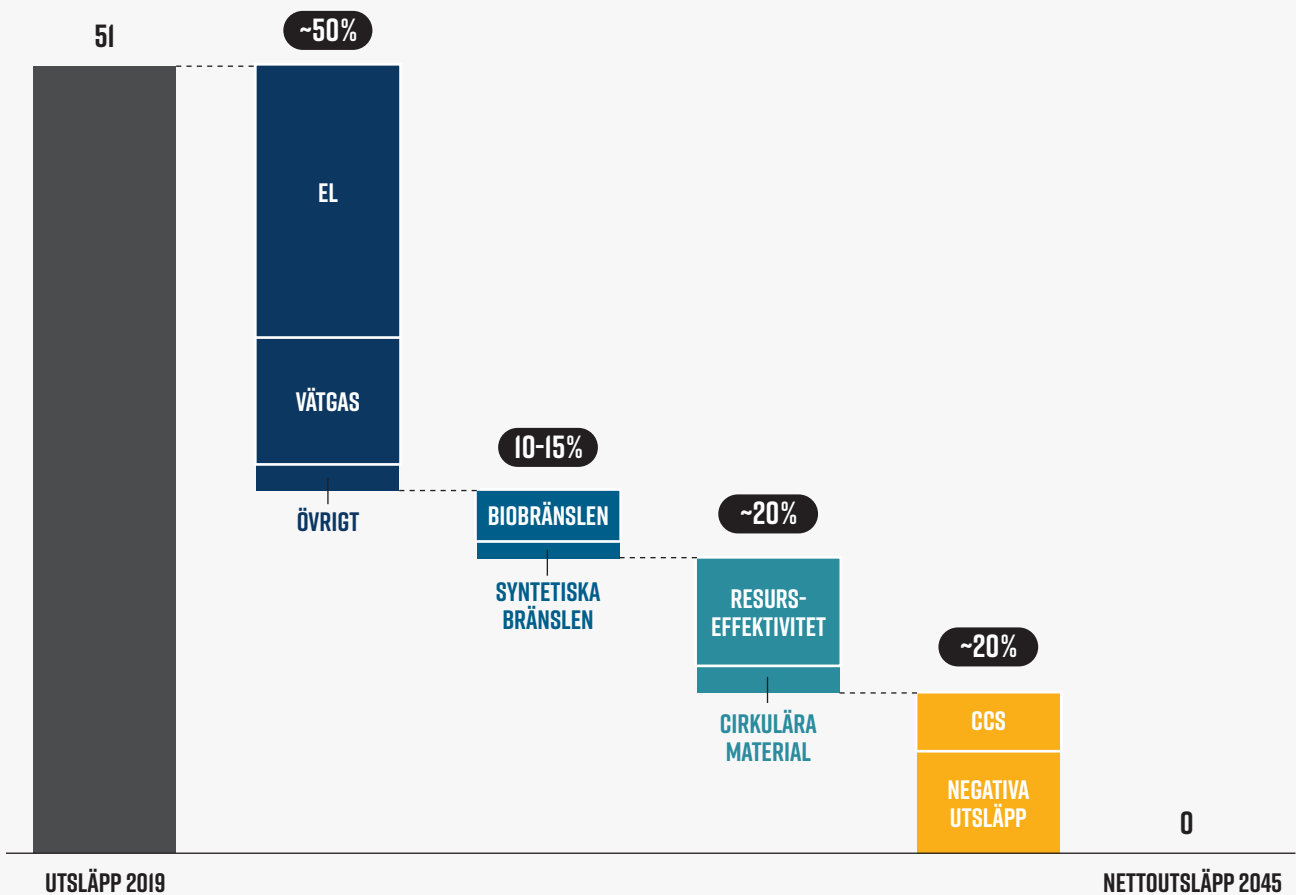
ndigheter.¹⁸ Det låter förväntad kostnadseffektivitet spela stor roll i val mellan olika åtgärder, det siktar i möjligaste mån på att bibehålla svensk välfärd och skapa ett fossilfritt Sverige som är internationellt konkurrenskraftigt för både företag och privatpersoner, och det är byggt iterativt för att hålla sig inom begränsningar för ertillgång, bioråvara och andra resurser. Vi har naturligtvis behövt göra många avvägningar, men har vänt och vridit på olika varianter av scenariot och presenterar därför talen i detta kapitel med vissa spann.

Figur 6

ETT SAMMANHÅLLET SCENARIO TILL NETTO-NOLL UTSLÄPP

ÅTGÄRDER FÖR UTSLÄPPSMINSKNINGAR

MT CO₂e



NYA PROCESSER	NYA BRÄNSLEN	RESURSEFFEKTIVA SYSTEM	CO ₂ -HANTERING
<p>Nya industriprocesser drivna av el</p> <p>Elektrifiering av fordon och arbetsmaskiner</p> <p>Vätgas som råvara, energibärare och reduktionsmedel inom industri</p> <p>Vätgas som bränsle inom tung transport och sjöfart</p>	<p>Bio- och vätgasbaserade bränslen främst i förbränningsprocesser där elektrifiering inte är ett alternativ</p>	<p>Ökad återvinning av exv. metaller, stål och plast</p> <p>Högre energieffektivitet i byggnader och transportsystem</p> <p>Resurseffektivt jordbruk genom exv. precisionsjordbruk</p>	<p>Ökad kolinlagring från markanvändning, skog och jordbruk</p> <p>BECCS inom avfallsförbränning, fjärrvärme samt massa- och pappersindustrin</p> <p>CCS för cement och kalk, samt för avfallsförbränning</p>

KÄLLA: MATERIAL ECONOMICS ANALYS, BASERAT PÅ FLERA KÄLLOR (SE KÄLLFÖRTECKNING)

Från arbetet kommer flera viktiga slutsatser. En viktig övergripande sådan är att ingen enskild strategi räcker utan att klimatneutralitet kräver flera olika strategier:

- **Nya processer och elektrifiering (~50%)** – Att ersätta dagens produktion, fordon och råvaror med helt nya processer och drivlinor: Tillsammans står dessa för ungefär hälften av utsläppsminskningarna, genom framför allt nya industriprocesser, storskalig användning av vätgas som råvara, elektrifiering av värmeproduktion, samt batteri- och vätgasdrivna fordon och arbetsmaskiner. Skälet till att de får så stor roll är till stor del ekonomiskt: ofta är de billigare än alternativen. Och det finns tillräckligt med tid för att ersätta industriprocesser och fordon till år 2045. Med det sagt är 2045 i många sektorer ändå bara en eller två investeringscykler bort, vilket gör att investeringsbeslut måste tas i närtid. Att satsa på en omställning som förlitar sig på nya processer och elektrifiering har flera fördelar: De kan stänga gapet mellan utbud och efterfrågan på bioenergi vilket öppnar upp för att prioritera bioresurser till där de är som mest värdefulla, de branta inlärningskurvorna ger möjlighet till framtida kostnadsfördelar, och satsningar på teknik och innovation gynnar Sveriges internationella konkurrenskraft. Det globala skiftet mot nya fordon och processer kommer samtidigt komma med nya krav på hållbar materialtillförsel.¹⁹

- **Nya bränslen (10-15%)** – Att ersätta fossila bränslen med främst avancerade biobränslen från träråvaror och syntetiska bränslen från infångad CO₂ och vätgas: Biobränslen har varit mycket viktiga för Sveriges omställning och är ett stort skäl till att vi har så pass lite utsläpp från värmeproduktion och industri, och att vi redan har börjat minska utsläppen från transporter. När det kommer till att skära ned de kvarvarande utsläppen blir rena bränslebyten viktiga främst för vissa nischer inom transportsektorn där elektrifiering och vätgas har stora hinder (se avsnitt 2.4 för en diskussion). Här ser

avancerade bio- och syntetiska bränslen ut att kunna ge en lösning, men de kräver fortfarande avsevärd teknikutveckling och sedan utbyggnad av produktionskapacitet.

- **Resurseffektiva system (~20%)** – Att effektivisera användandet av energi och råvaror och undvika läckage/förbränning av CO₂-intensiv material: Ökad resurseffektivitet och cirkulära materialflöden behövs på bred front. Bland annat för att minska förbränningen av fossil plast, effektivisera energianvändningen i byggnader, minska användning av vissa CO₂-intensiv material, samt för att minska annars svåråtgärdade utsläpp inom jordbruket. En mer cirkulär ekonomi har stor potential men kräver ofta samarbeten mellan olika sektorer och institutioner, vilket gör att åtgärderna lätt tappas när vi fokuserar på enskilda branscher.²⁰ I scenariot bidrar denna grupp av åtgärder med ca 20% av utsläppsminskningarna, men ser vi bortom Sveriges utsläpp är rollen än större då de är mycket viktiga för att hålla nere konsumtionsutsläpp.²¹

- **Koldioxidhantering (~20%)** – Att fånga in CO₂ för lagring (CCS) eller som råvara (CCU), samt att skapa negativa utsläpp: CCS blir viktigt för vissa specifika områden: För att uppnå klimatneutral produktion av cement och eventuellt kalk (då inga andra lösningar finns), samt eventuellt för avfallsförbränning (om inte fossilt avfall sorteras ut) eller vätgasproduktion (om den inte tillverkas via elektrolys). Infångad CO₂ kan även bli en viktig råvara för drivmedels- och kemiproduktion. För att helt nå noll netto-utsläpp kommer också negativa utsläpp att behövas, men i mindre skala än många tidigare trott: Endast 10-15% av utsläppen saknar en tydlig lösning (Figur 7). Det är fullt möjligt att vi på vägen till 2045 hittar åtgärder för flera av dessa, men vi har också unika förutsättningar för att skapa negativa utsläpp som kompenserar: Dels genom att fånga in biogena CO₂-utsläpp (BECCS), särskilt inom avfallsförbränning, massaproduktion och fjärrvärme, dels genom ökad kolinlagring i skog och mark.²²

Figur 7

IDAG SAKNAR INTE MER ÄN 10-15% AV UTSLÄPPEN EN TYDLIG LÖSNING

UTSLÄPP SOM KAN KOMMA ATT KRÄVA NEGATIV KOMPENSATION

MT CO₂e, 2019

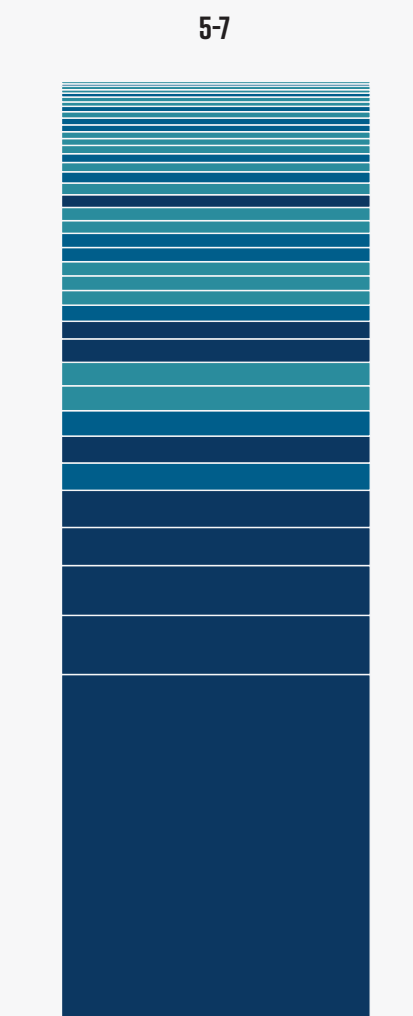
Främst inom jordbruket där utsläppsminskningar är svåra att genomföra (djurs matsmältning, gödsel- och markanvändning, mm.)

Inom industrin: de "sista tonnen" efter CCS i excv. cement och kalk, samt mindre processutsläpp från bl.a. metallproduktion

Inom städer och transport: mindre utsläpp från produktanvändning och avfall

- INDUSTRI
- STÄDER OCH TRANSPORT
- LAND OCH JORDBRUK


Varje huvudkategori rymmer flera utsläppskategorier. Varje del i grafen representerar en utsläppskategori.



UTSLÄPP UTAN TYDLIG LÖSNING

Not: Djurs matsmältning utgör det största segmentet, där kvarstår över 2 Mt CO₂e efter implementering av åtgärder

KÄLLA: MATERIAL ECONOMICS ANALYS, BASERAT PÅ FLERA KÄLLOR (SE KÄLLFÖRTECKNING)



METODIK FÖR SCENARIOT TILL NETTONULLUTSLÄPP 2045

Det finns mycket att bygga på. De färdplaner och scenarier som tagits fram de senaste åren har varit väl genomarbetade, även om de i allt väsentligt fokuserat på enskilda sektorer och företagsspecifika åtgärder och ibland lämnat frågor öppna, vilket är fullt förståeligt när läget utvecklas så snabbt. Vi har utgått från dessa arbeten och sedan byggt vidare på fyra sätt:

1) Uppdaterar för att fånga de senaste planerna som svenska företag och städer nu siktar mot, samt det uppdaterade teknikläget. Detta bygger dels på samtal med industribolag som representerar nästan 20% av utsläppen av fossil CO₂, dels på ny modellering av transporter som tar inspiration från de senaste internationella studierna.²³

2) Kompletterar där färdplaner eller scenarier som når noll netto-utsläpp hittills har saknats. Detta rör sig om stora delar av ekonomin: dels saknas scenarier till 2045 för vägtransporter, dels fullständiga scenarier för bl a flyg, sjöfart, kemiindustri, arbetsmaskiner och negativa utsläpp.

3) Konkretiserar där befintliga scenarier lämnar vägen framåt öppen, och beskriver ett antal olika möjligheter. I vår helhetsbild har vi därför behövt göra antaganden kring vissa vägval.

4) Integrerar till en helhetsbild som gör det möjligt att dra slutsatser om viktiga systemfrågor: inte minst resursbehov, kostnader och infrastruktur.

Tillsammans finner vi en rik meny av möjligheter till minskade CO₂-utsläpp. Figur 8 sammanfattar några av de viktigaste åtgärderna inom industri, städer och transport, samt land och jordbruk.

Figur 8

FYRA STRATEGIER FÖR MINSKADE UTSLÄPP GER TILLSAMMANS HELHETSBILEN AV DEN SVENSKA KLIMATOMSTÄLLNINGEN

(EXEMPEL PÅ ÅTGÄRDER)

NYA PROCESSER OCH ELEKTRIFIERING

Nya processer och drivlinor ersätter dagens industriproduktion, fordon och råvaror. El och vätgas är ofta grunden för energi och råvara

Elektrifiering av medel- och lågtemperaturvärme

Vätgasbaserad järn-/stålproduktion

Kemisk återvinning av returplast och bioplast

Ammoniakframställning från grön vätgas

Elektrifiering och vätgas för högtemperaturvärme

Inerta anoder för aluminium

Ammoniak som reduktionsmedel

Elektrifiering av arbetsmaskiner



INDUSTRI
~19 MT

NYA BRÄNSLEN

Fossila bränslen ersätts med främst avancerade biobränslen från träråvara och syntetiska bränslen från infångad CO₂ och vätgas

Bio- och syntetiska bränslen för högtemperaturvärme

Bio-/syntetiska bränslen för arbetsmaskiner

RESURSEFFKTIVA SYSTEM

Energieffektivisering samt ökad materialåtervinning och resurseffektiva affärsmodeller som minskar användning och förbränning av CO₂-intensiva material

Återvinning av stål, aluminium, plast (inkl. design för återvinning)

Energieffektivisering

CO₂-HANTERING

Infångning av CO₂ för lagring eller som råvara, samt ökade kolsänkor för att skapa negativa utsläpp

CCS för vätgastillverkning, cement- och kalkproduktion (ev även petrokemi, och raffinaderi)

BECCS inom massabruk för negativa utsläpp

CCU: infångad CO₂ som råvara för kemi- och bränsleproduktion (elektrokemi)



STÄDER OCH
TRANSPORT
~25 MT

Elfordon inom person- och godstransport

Elektrifiering av kortdistansflyg och -sjöfart

Vätgas som bränsle inom tung transport och sjöfart

Avfallsystem med bättre sortering

Elektrifiering av arbetsmaskiner

Elektrifiering av värme (värmepumpar)

Biobränslen för person- och godstransport

Avancerade bio- och syntetiska bränslen för flyg och sjöfart

Bio-/syntetiska bränslen för arbetsmaskiner

Energieffektivisering av byggnader

Ökad effektivitet och ersättning av klinker i betong

Bildelning

Förbättrad återvinning av avfall (inte minst plast)

Återvinning av restvärme

Optimerad stadsplanering

Biogas från avloppsslam

CCS/BECCS på avfall och fjärrvärme

Ökad mängd grönytor och plantering av träd i stadskärnor

Hus av trä (som kolsänkor)



LAND OCH
JORDBRUK
~8 MT

Nitrifikationshämmare

Fodertillsatser

Täckning av gödselbrunnar

Bio-/syntetiska bränslen i skogs- och jordbruksmaskiner

Hantering av jordbruksrester

Biobränsleproduktion av gödsel

Precisionsjordbruk

Regenerativt jordbruk

Ändrad produktionsmix

Vätgas-ammoniak-mineralgödsel

Mellangrödor

Energiskog

Avsättning av land (återvätning mm)

2.2 KOSTNADERNA FÖR OMSTÄLLNINGEN ÄR HANTERBARA

En central fråga i diskussionen om klimatmål har varit om det leder till stora kostnader för ekonomin, eller för vissa hushåll. En del historiska analyser har pekat på att djupa utsläppsminskningar kan medföra även djupa fall i BNP.²⁴ Därtill finns stor oro i både Sverige och andra länder att omställningen ska få stora fördelningseffekter – genom att transporter, uppvärmning, varor mm ökar i pris, eller för att omställningen bara är möjlig genom att ransonera vår konsumtion.

Efter analys av scenariot ovan finner vi dock skäl att vara optimistiska. Inom flera nyckelområden blir kostnaden för klimatomställningen liten när man ser över hela värdekedjor, över produkters livslängd eller tar med sidonyttor som bättre luftkvalitet (Figur 9). Ofta påverkas vissa parter mer än andra vilket medför fördelningsrelaterade utmaningar, men helhetsbilden är alltså positiv. Detta är mycket tack vare de kraftigt sjunkande kostnaderna för ny teknik, och slutsatsen ansluter till andra internationella studier²⁵. Låt oss också poängtera att alternativet, att inte stabilisera den globala uppvärmningen, kan medföra mycket höga risker och kostnader för samhället.

• **Industri:** Kostnadsökningen för klimatneutral produktion är visserligen betydande för enskilda företag (från 10-30% för järn och stål till hela 80-100% för cement – vilket måste hanteras), men detta översätts till mindre än 1% ökning av slutpriset på de varor där produkterna används: t ex bilar, byggnader, eller konsumentvaror.²⁶ Från ett konsumentperspektiv blir alltså ökningen liten, särskilt på sikt om vi beaktar den snabba teknikutvecklingen med fortsatt sjunkande kostnader.

• **Transport:** Inom transporter har en enorm omsvängning skett: El- och vätgasbaserade vägtransporter går snabbt mot att bli billigare än dagens bensin- och dieseldrivna fordon. De nya typerna av fordon kräver än så länge högre initiala investeringar, men detta kompenseras av lägre löpande kostnader. Allt fler förväntar sig att batteridrivna personfordon når kostnadsparitet redan under mitten av 20-talet, medan det för tyngre vägtransporter ligger något längre fram i tiden. För flyg och sjöfart, å andra sidan, blir kostanden avsevärt högre vilket ser ut att påverka konsumenterna även på sikt. En uppskattning som gjorts är att klimatneutrala flyg kommer leda till ca 10-20% högre biljettpriser.²⁷

• **Städer:** En sammanhållen bedömning av klimatomställningen ur ett stadsperspektiv visar också på en neutral eller positiv bild: där investeringarna i transporter och energieffektivisering kompenseras av lägre energikostnader. Om sidonyttor – såsom bättre luftkvalitet och förbättrad hälsa – tas med i beräkningen blir bilden ofta starkt positiv.²⁸

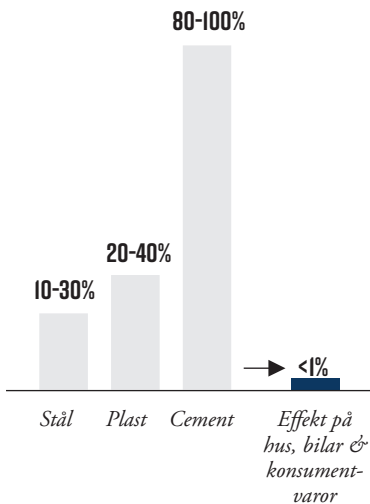
Med detta som grund sätts istället andra faktorer i fokus: Det som främst skulle göra den svenska omställningen kostsam är om vi mister konkurrenskraft (så att värdeskapande och arbetstillfällena flyttar från Sverige), inte hanterar kända flaskhalsar (t ex i elförsörjning) vilket försenar omställningen, slår in på en "felaktig bana" och behöver ändra eller göra om tunga investeringar (t ex om vi initialt skulle förlita oss för hårt på begränsade resurser), eller missar att hantera fördelningseffekter (så att grupper av hushåll drabbas särskilt). Med andra ord är det viktiga att omställningen får rätt förutsättningar, vilket återstoden av rapporten handlar om.

Figur 9

KOSTNADEN AV EN KLIMATOMSTÄLLNING ÄR HANTERBAR INOM NYCKELOMRÅDEN



KOSTNAD FÖR KLIMATNEUTRALA MATERIAL ÖKNING I %



MEST KOSTNADSEFFEKTIVA FORDONSTYPER

ÅR, TOTALKOSTNAD ÖVER LIVSTIDEN

2020 2025 2030

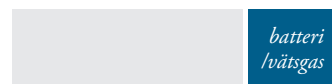
BILAR & BUSSAR



LASTBILAR FÖR STADSLOGISTIK



LASTBILAR FÖR LÅNGDISTANS

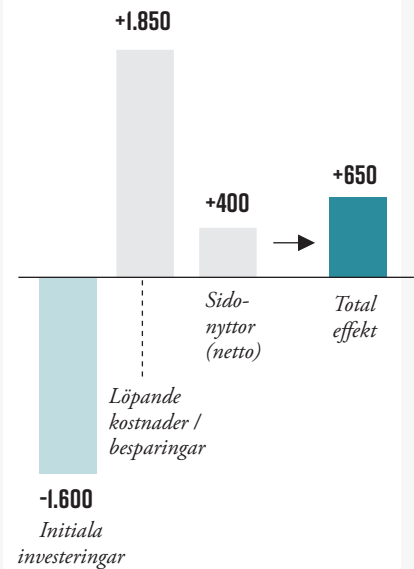


■ FOSSILDRIVNA FORDON BILLIGAST
■ FOSSILFRIA FORDON BILLIGAST



EFFEKT FRÅN KLIMATOMSTÄLLNING, JÄMFÖRT MED "BUSINESS AS USUAL"

NPV 2020-50 I M€, EXEMPEL FRÅN MALMÖ



KÄLLA: MATERIAL ECONOMICS ANALYS, BASERAT PÅ FLERA KÄLLOR (SE KÄLLFÖRTECKNING)

Den omställning vi ritar upp för industrin kan öka klimatnyttan av svensk export till hela 65 Mt CO₂ per år, endast genom renare produktion av varor.

2.3 DEN SVENSKA OMSTÄLLNINGEN KAN SKAPA STOR INTERNATIONELL KLIMATNYTTA GENOM EXPORT

Tidigare i rapporten beskrevs hur Sveriges klimatmässiga försprång skapar betydande global klimatnytta – bara genom lägre utsläpp i produktion minskar svensk export idag internationella utsläpp med 26 Mt CO₂ per år (se avsnitt 1.2). Och genom en omställning som drar nytta av svenska företags ledande ambitioner och fångar nya affärsmöjligheter, kan denna internationella klimatnytta växa sig långt större än idag.

Den omställning vi ritar upp för industrin kan öka klimatnyttan av svensk export till hela 65 Mt CO₂ per år, endast genom renare produktion av varor (Figur 10). En viktig slutsats är att denna möjlighet är högst relevant även om resten av världen ställer om: även i ett scenario som begränsar den globala uppvärmningen till 2 grader uppgår klimatnyttan år 2040 till 52-55 Mt CO₂ per år – mer än dagens samlade växthusgasutsläpp inom landets gränser.²⁹

En framgångsrik egen resa mot fossilfrihet är en viktig del av detta. Svenska företag har världsledande planer att uppnå

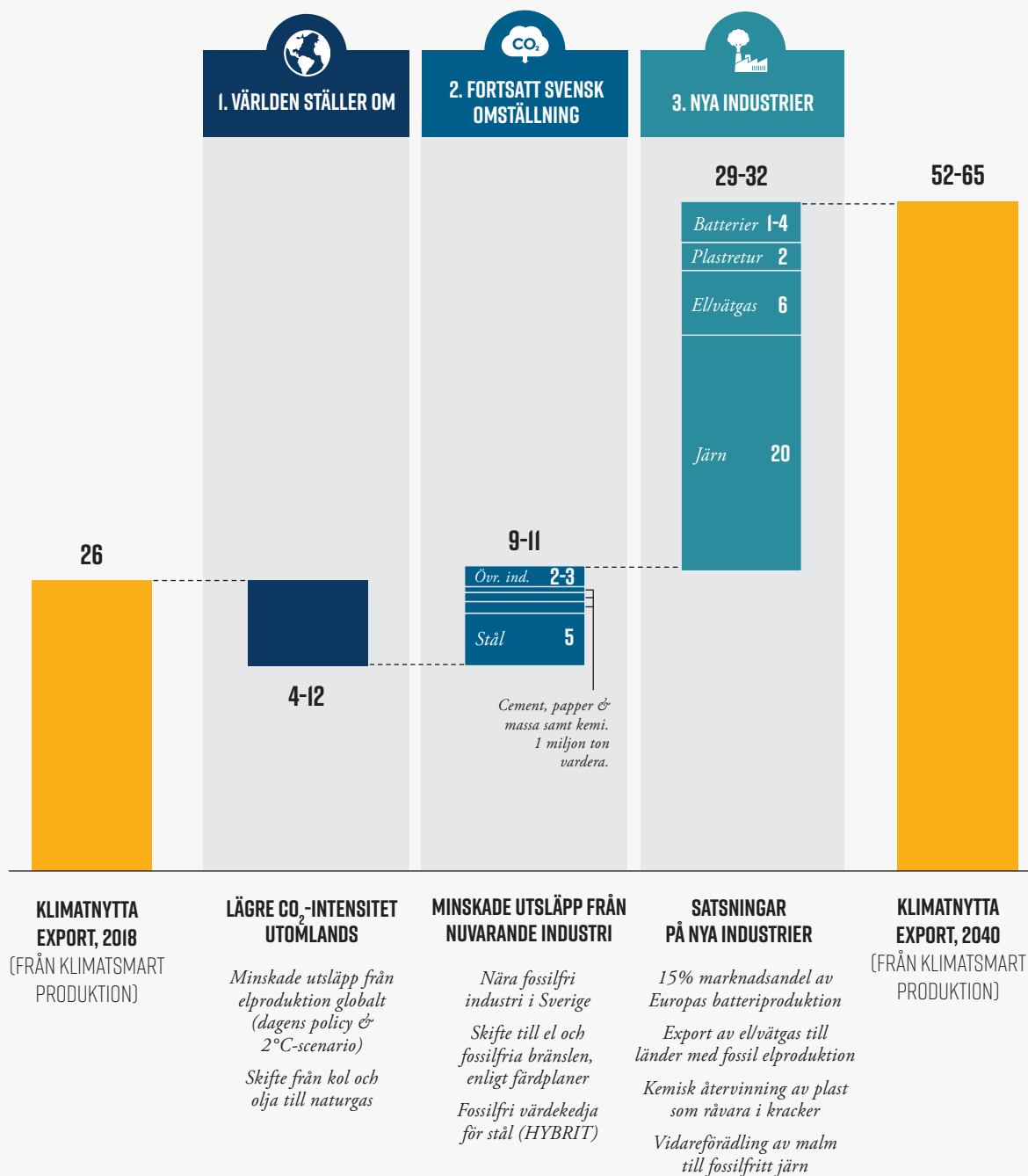
noll netto-utsläpp från egen produktion. Ett lika viktigt bidrag kommer dock från förmågan att fånga nya affärsmöjligheter som bygger vidare på det försprång vi redan har i form av resurser och innovationsförmåga. Nya produktionstekniker och industrier inom endast fyra områden (fossilfri järn- och stålframställning, batteriproduktion, kemisk återvinning av plast, och klimateffektiv el- eller vätgasexport) kan bidra med hela 29-32 Mt CO₂ – och många andra möjligheter finns.

Om vi lyckas med detta har vi i sikte ett bidrag till den globala klimatomställningen som är lika stort som att helt ställa om våra egna utsläpp. Och när Sverige har uppnått noll netto-utsläpp inom landets gränser blir ett av våra viktigaste bidrag till omställningen just att förse omvärlden med högkvalitativa varor, vilka tränger undan utsläppsintensiv produktion i andra länder och leder till lägre utsläpp under sin användningsfas. Industri- och näringspolitik är därför en nyckeldel i en klimatomställning som maximerar Sveriges klimatbidrag.

Figur 10

SVERIGE HAR EN MÖJLIGHET ATT MER ÄN FÖRDUBBLA DAGENS KLIMATNYTTA TILL 2040

PRODUKTIONSUTSLÄPP SOM KAN UNDVIKAS INTERNATIONELLT GENOM SVENSK EXPORT
MILJONER TON CO₂, 2040



KÄLLA: MATERIAL ECONOMICS (2021), KLIMATNYTTAN AV SVENSK EXPORT

2.4 BIORESURSER ÄR VIKTIGA FÖR OMSTÄLLNINGEN MEN MÅSTE PRIORITERAS DÄR DE HAR MEST VÄRDE

En central aspekt av klimatomställningen för en skogsnation som Sverige är användningen av bioresurser som fossilfri råvara och energi. Bioresurser är otroligt mångsidiga, och kan användas som alternativ till fossila bränslen eller råvaror i snart sagt alla delar av ekonomin: som biodrivmedel i vägtransport, flyg, sjöfart och arbetsmaskiner; som råvara till produktion av trävaror, papper, kemikalier och järn; och som bränsle i fjärrvärme och allehanda industriprocesser. Eftersom användningsområdena är så många finns en risk att de framtida anspråken överstiger tillgången och att bioresurser behöver prioriteras där de har mest värde.

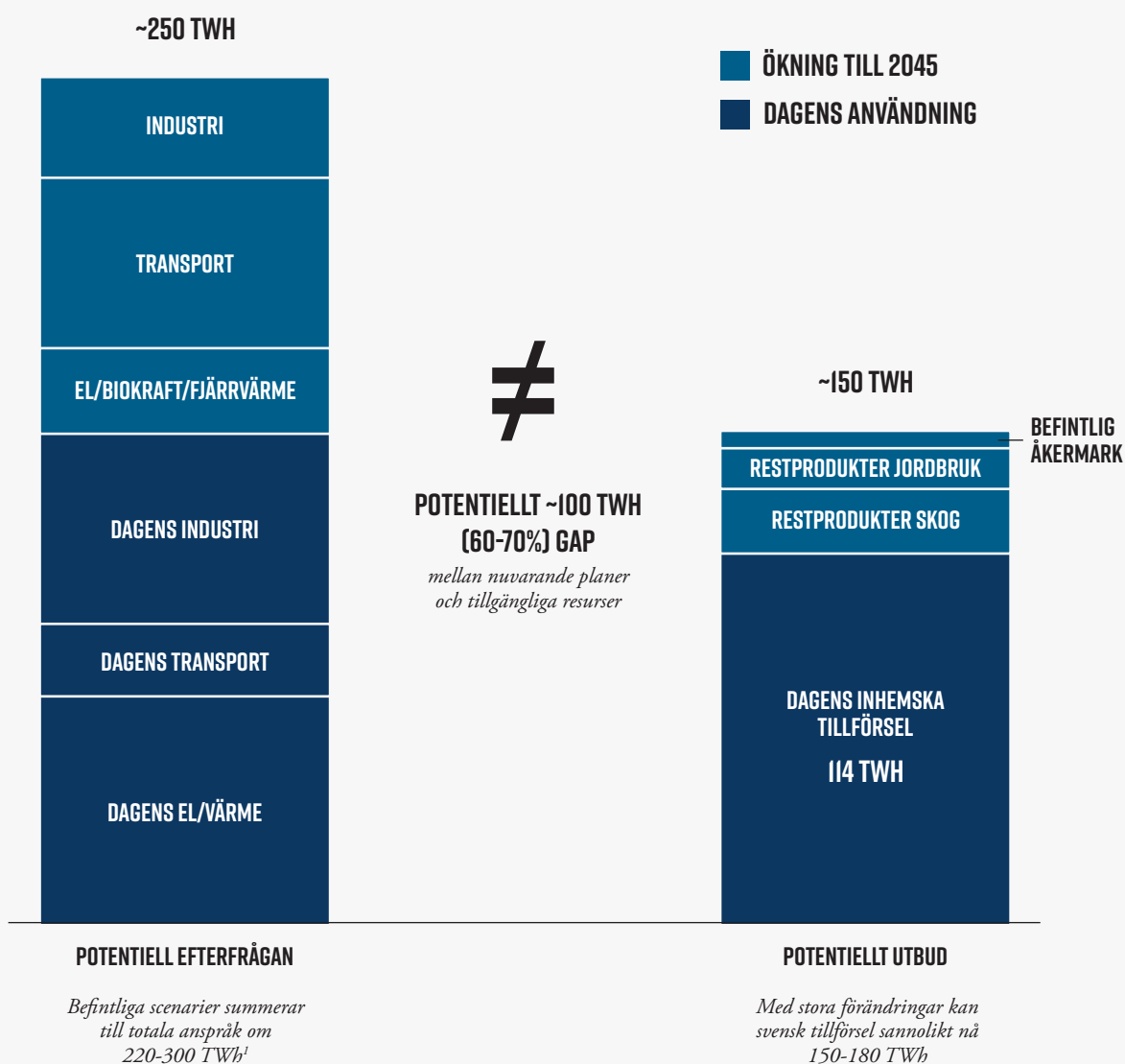
En summering av befintliga färdplaner och scenarier visar på detta dilemma: planer som var och en för sig är helt

rimliga gör tillsammans alltför stora anspråk på bioråvara. Vår analys visar att om alla skulle genomföras skulle de kräva någonstans mellan 220-300 TWh bioråvara år 2045 (uttryckt som primärenergi)³⁰. Detta är långt mer än vad som finns tillgängligt. Dagens inhemska tillförsel av bioenergi är 114 TWh. Med stora förändringar inom skogs- och jordbruk skulle uttaget sannolikt kunna öka med 35-50%, till 155-170 TWh, även om detta leder till svåra avväganden om ekologisk hänsyn och framtida landanvändning. Men även denna markanta ökning skulle lämna ett "gap" på uppåt 100 TWh till det som nuvarande omställningsplaner kräver (Figur 11). Import av så stora volymer är inte ett realistiskt alternativ; om något är ekvationen för tillgång och utbud på global bioenergi ännu mer ansträngd.

Figur 11

FRAMTIDA ANSPRÅK PÅ BIOENERGI RISKERAR ATT BLI BETYDLIGT STÖRRE ÄN DEN MÖJLIGA TILLFÖRSELN

POTENTIELL SVENSK EFTERFRÅGAN OCH UTBUD AV BIOENERGI
PRIMÄRENERGI, TWH, 2045



1. Tidigare scenarier har räknats om från sekundär energi till primär energi; Arbetsmaskiner och utrikes flyg inkluderade i transport

KÄLLA: MATERIAL ECONOMICS ANALYS, BASERAT PÅ FLERA KÄLLOR (SE KÄLLFÖRTECKNING)

De svenska bioresurserna är avgörande för omställningen, men måste prioriteras hårt för att räcka till.

I det integrerade scenariot gör vi en ansats att hantera detta dilemma och visa på ett omställningsscenario som håller sig till de cirka 150 TWh bioenergi och -råvaror som kan tillgodoses från inhemska källor. Analysen bygger på en noggrann genomgång av alternativ till bioenergi och -råvaror i samtliga sektorer, och den leder till ett antal viktiga slutsatser:

- **Omställningen till netto-noll utsläpp är fullt möjlig inom denna resursnivå.** Det finns en uppsjö alternativ till bioråvaror och -energi inom såväl transport, industri, värmeproduktion och för arbetsmaskiner (Figur 12)³¹. Många svenska industri- och energiföretag håller redan på att uppdatera sina omställningsplaner för att utforska lösningar som gör mindre bioresursanspråk. Svenska myndigheter bör göra detsamma för transportsektorn.

- **Alternativ till biobränslen kan i många fall bli mer kostnadseffektivt på sikt.** Viktiga exempel är batteridrift och bränsleceller för bilar, bussar och lastbilar, användning av vätgas för värmeproduktion inom industriprocesser, samt elektrifiering av delar av låg- och medeltemperaturvärme.³²

- **Biodrivmedel för vägtrafik har en mindre långsiktig roll än vad nuvarande omställningsbild målar upp.** För såväl persontransporter (bilar, bussar) som gods- trafik (lätta och tunga lastbilar) utvecklas alltså alternativ baserade på batteridrift och bränsleceller som sannolikt

blir avsevärt mer konkurrenskraftiga på sikt. Detta skapar ett dilemma: de nya lösningarna dröjer längre, medan biodrivmedel finns tillgängliga i dag. Är det värt att använda skorskaliga mängder biodrivmedel som övergångslösning? (Mer om detta i kapitel 3).

- **Materialproduktion blir ett viktigt framtida användningsområde.** Produktion av biobaserade material – särskilt fibrer, timmer, och kemikalier där kol används som byggsten – kommer i framtiden att kräva större mängd bioresurser än i dag. Att använda biomassa inom material skapar också en viktig källa till koldioxidlagring.

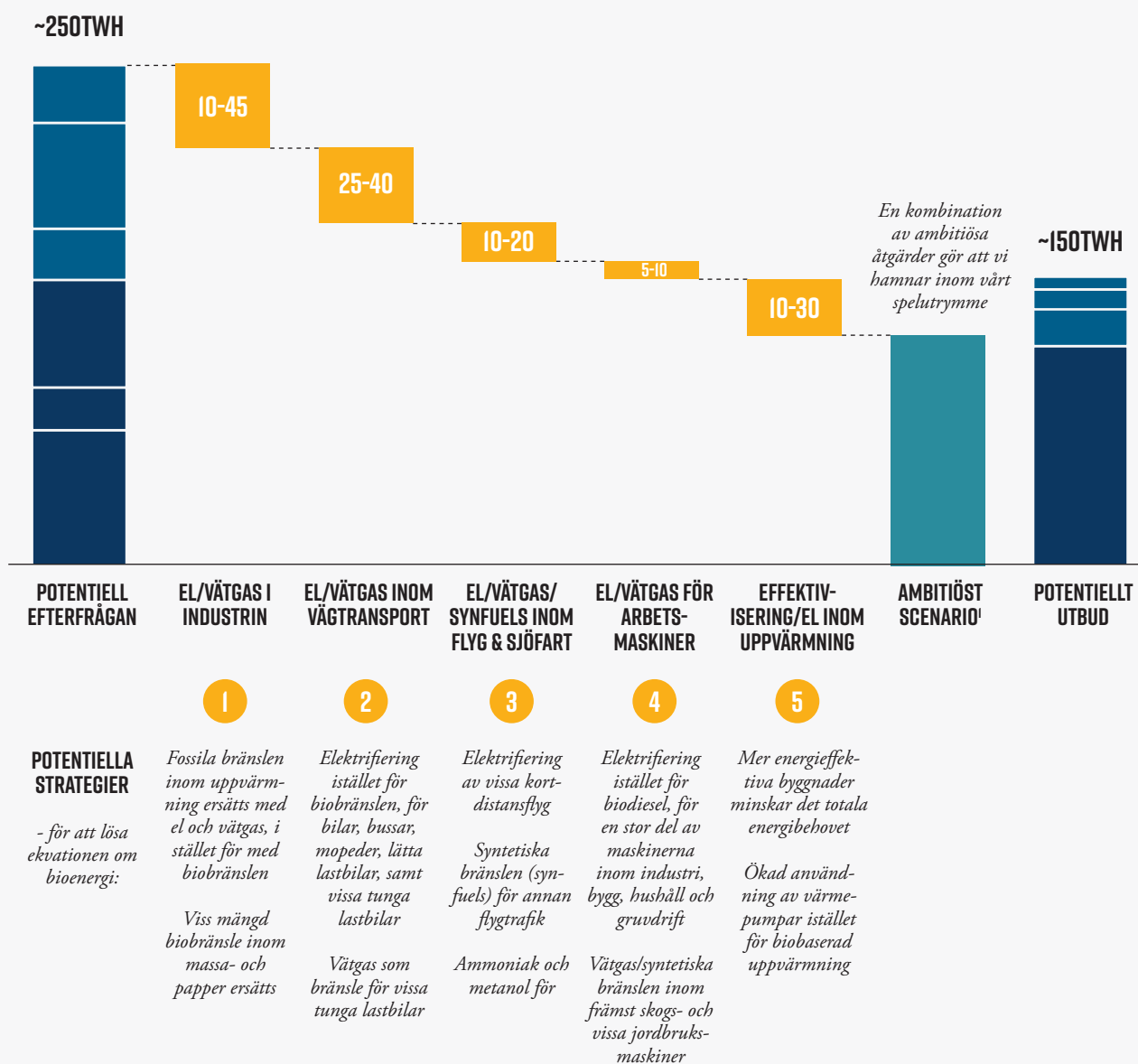
- **Även flyg och sjöfart är viktiga framtida användningsområden.** Flytande biobaserade drivmedel för flyg och sjöfart med långa transportsträckor kan behövas på lång sikt. I dessa fall är alternativen till bioråvara ofta mycket kostsamma eller resurskrävande, särskilt i mängden el som behövs.³³

- **Bioenergi med CCS blir en viktig möjlig källa till negativa utsläpp.** Scenariot som presenterats i detta kapitel visar också att 5-7 Mt negativa utsläpp sannolikt kommer att behövas år 2045. Massabruk, fjärrvärme och avfallsförbränning är alla viktiga befintliga källor till biogena utsläpp, och därmed kandidater till att skapa negativa utsläpp genom BECCS.

Figur 12

EN KOMBINATION AV ALTERNATIVA ÅTGÄRDER KAN LÖSA EKVATIONEN OM BIOENERGI

ANVÄNDNING AV BIOENERGI PRIMÄRENERGI, TWH, 2045



1. Det högre spannet i potentialen har använts i uppsumeringen, detta är inte ett optimerat scenario utan ett exempel på möjlig minskning av biomassa-användningen.

KÄLLA: MATERIAL ECONOMICS ANALYS, BASERAT PÅ FLERA KÄLLOR (SE KÄLLFÖRTECKNING)

2.5 ELSYSTEMET ÄR GRUNDEN FÖR EN SVENSK OMSTÄLLNING – VI KAN BEHÖVA EN FÖRDUBBLING AV ELPRODUKTIONEN PÅ SIKT

Ett energisystem som når klimatmålen är också ett med mycket högre elkonsumtion än i dag. En omställning till noll netto-utsläpp skapar en rad nya behov av el: för elektrifiering av energianvändning inom industri och transport, framställning av vätgas för energibehov som råvara inom kemi-, bränsle- och metallindustri, och för de nya industrisatsningar som nu planeras.

En rad studier har uppmärksammat detta och gett olika uppskattningar på hur stort ytterligare behov som kan uppstå (Figur 13)³⁴. Gemensamt är att dagens användning på cirka 140 TWh kommer behöva öka betydligt; mer ju framgångsrikare svensk industri är. Det scenario som utvecklats i den här studien når en framtida elanvändning om uppåt 230 TWh endast för omställning till klimatneutralitet, och hela 300 TWh om nya industrisatsningar inom batterifram-

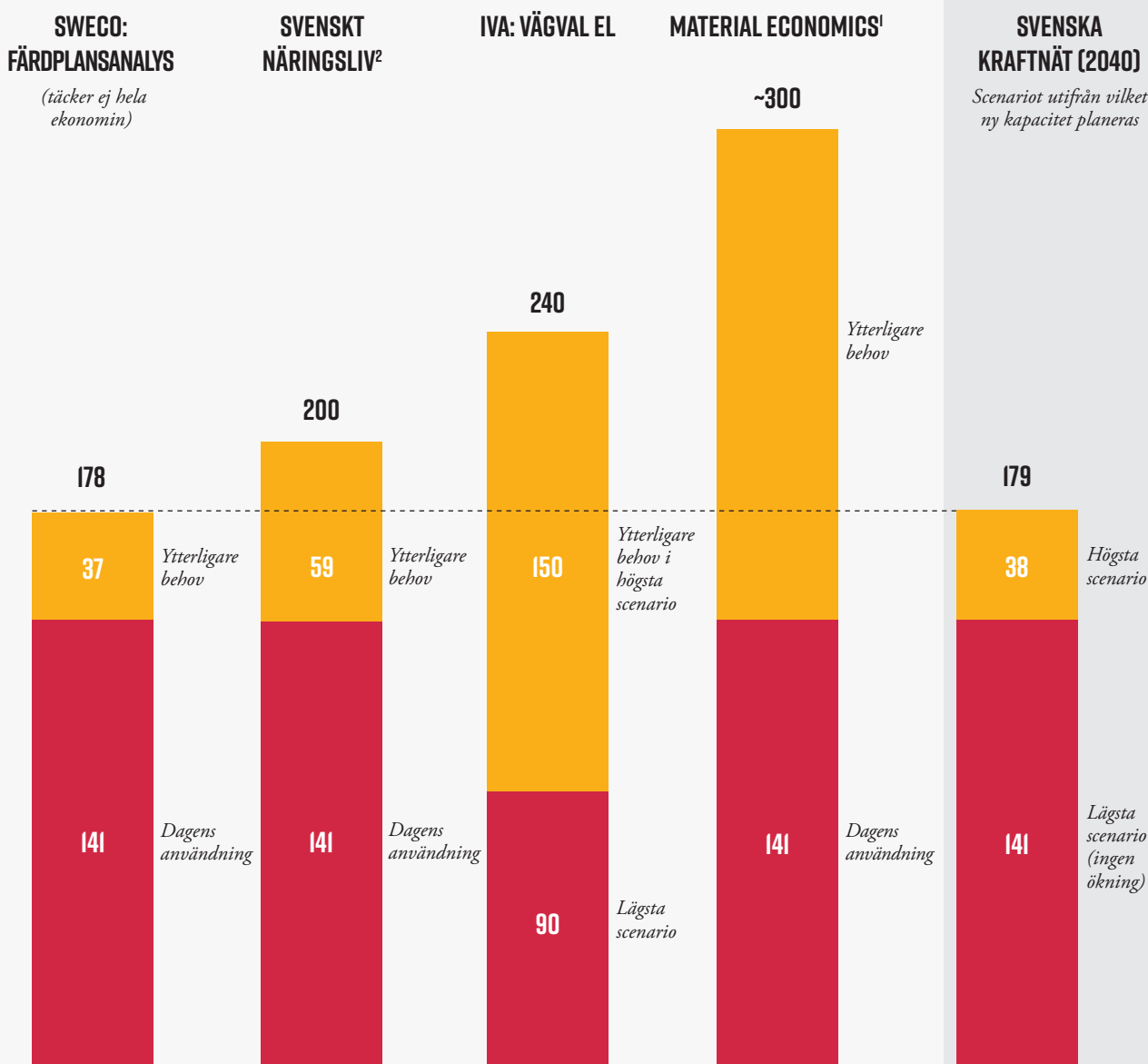
ställning, datacenter, järnproduktion, mm ska realiseras.³⁵ Givet att cirka 100 TWh av nuvarande produktion når sin ursprungliga livslängd före 2045 är behovet av ytterligare utbyggnad mycket stort.

Detta är ett helt nytt läge för Sverige. Den svenska elanvändningen har i stort sett varit den samma sedan slutet av 1980-talet (även om tillförseln har ökat) och våra processer och institutioner är anpassade efter detta. Svenska Kraftnäts långtidsplanering utgår till exempel från en ökning på endast mellan 0-38 TWh till 2040, långt lägre än övriga analyser.³⁶ Till detta kommer situationen med befintlig brist på överföringskapacitet i stamnätet och mycket långa ledtider för utbyggnad och elnätskoncessioner. Just nu ligger Sveriges elsystem långt fram jämfört med andra länder men behovet av en kurskorrigering är tydlig.

Figur 13

DEN SVENSKA ELKONSUMTIONEN KOMMER ÄNDRAS I GRUNDEN OCH DAGENS SCENARIER FÖR UTBYGGNAD HAR INTE HÄNGT MED I DEN SNABBA UTVECKLINGEN

FRAMTIDA ELBEHOV
TWH, CA 2045



Not: 141 TWh motsvarar användningen år 2018

1. Scenariot inkluderar elbaserade processer inom järn- och stålindustrin, ambitiös elektrifiering av transportsystemet, nya branscher, samt el och vätgas för industrivärme.
2. Studien 'Högre elanvändning år 2045' estimerar en 60% ökning från en längre basanvändning

KÄLLA: MATERIAL ECONOMICS ANALYS, BASERAT PÅ FLERA KÄLLOR (SE KÄLLFÖRTECKNING)

3. NÄSTA STEG KRÄVER EN NY MÅLBILD OCH POLITIK FÖR TVÄRGÅENDE FRÅGOR

Föregående diskussioner visar att klimatomställningen ser annorlunda ut än vad vi tidigare trott och att de vägar som tas får stora implikationer på inte minst vilka insatsvaror och hur mycket av dem som kommer behövas, och vilka satsningar som ska göras.

Det är därför mycket viktigt med en gemensam bild av klimatomställningen där olika aktörer (stat, företag, städer, privatpersoner osv) drar åt samma håll. Inte minst då tiden för omställningen är knapp. I detta kapitel lyfter vi fyra områden där politisk styrriktning eller samsyn saknas för att möjliggöra viktiga beslut i närtid: den övergripande strategin för en grön nyindustrialisering, målbilden för svenska transportsektorn, hur fossil plast ska hanteras samt hur mycket negativa utsläpp som ska generas, när och varifrån.

Vi lyfter också ett antal tvärgående teman som akut måste adresseras för att inte blockera Sveriges klimatomställning. De spänner över många olika sektorer och kopplar till fortsatt innovation och konkurrenskraft för gröna lösningar, tillgång på insatsvaror inte minst el och vätgas, nya infrastrukturbehov och tidslinjer för tillståndsprocesser.

För att lyckas behövs krafttag inte minst från politiskt håll. Vi måste våga genomföra rejäla åtgärder där det finns tydliga behov. Vi bör också sikta på att klimatomställningen inte fastnar i att vara för politiskt laddad utan fokusera på att snabbt lösa upp knutarna och nå långsiktiga gemensamma satsningar. Det sätt vi genomför klimatomställningen på kommer att få enorma konsekvenser för Sveriges framtida välfärd. Glädjande drar numera miljö- och näringslivspolitik ofta åt samma håll: att möjliggöra för svenska bolag att fortsätta ligga i framkant är en av de viktigaste klimatåtgärderna. Situationen med Covid-19 har visat hur snabbt vissa förändringar kan ske när samhället och politiker bestämmer sig för att agera.



3.1 FLERA SEKTORER STÅR INFÖR VIKTIGA BESLUT DÄR SAMSYN OCH NY STYRRIKTNING BEHÖVS

Det tar tid att genomföra en klimatomställning - att skala upp nya industriprocesser, byta ut fordonsflottor, bygga ut infrastruktur med mera. I många branscher är år 2045 endast en investeringscykel bort. Därför är det oerhört viktigt med samsyn och politisk styrriktning. Som vi diskuterat i rapporten behöver vi helt enkelt en så tydlig karta som möjligt att navigera efter, så att olika aktörer kan fatta 'rätt' beslut: Såväl företag, stat som privatpersoner står inför stora investeringar och behöver veta vad de har att förhålla sig till och vilka vägar de ska gå.

I vår genomgång har vi sett att fler och fler pekar på vägen av ny innovation och nya attraktiva lösningar för en mängd sektorer – något som scenariot i kapitel 2 illustrerade. Men politiken har inte alltid hängt med. Vi vill särskilt lyfta fyra områden där politisk inriktning saknas, eller där existerande politik utformats efter den 'gamla bilden' av omställningen och därför behöver en kurskorrigering (Figur 14):

- **Politik för en accelererad grön nyindustrialisering:** Bilden av industrins omställning blir nu allt tydligare – vilken ny teknik som behöver sjösättas och hur produktionskapacitet behöver skalas upp under de kommande decennierna. Mycket måste ske redan de kommande åren. Men vi saknar idag många av förutsättningarna för att göra dessa satsningar möjliga. Det gäller bland annat den kommersiella bäringen i riskfyllda investeringar, tillgången till el och möjligheten att få miljötillstånd inom rimliga tider. Vi riskerar att hamna på efterkälken. Exempelvis är kraftnätet i Norge mer rustat, tillståndsprocesserna i Finland snabbare, och bland annat i Tyskland, Holland och Frankrike införs nya betydande industristöd. Om andra länder skapar bättre förutsättningar för en grön industri står inget mindre än svenska jobb och välfärd på spel.

- **En ny målbild för transport:** Internationella fordons-tillverkare svänger nu enhälligt om mot fordon drivna av batterier och bränsleceller – många slutar snart helt med produktion av fordon med förbränningsmotorer³⁷. Samtidigt behövs bioresurser där färre alternativ finns (som vi visat tidigare i rapporten). Även Sverige måste därför sikta mot vägtransporter som i allt väsentligt består av eldrivna fordon. I denna rapport har vi fokuserat mestadels på den långsiktiga bilden av omställningen, men det finns svåra avvägningar att

göra på vägen dit. Eftersom elektrifieringen går så mycket snabbare än väntat behöver vi utvärdera rollen för biobränslen som storskalig övergångslösning. Å ena sidan kan biobränslen användas i existerande fordon och därmed hjälpa till att åstadkomma en lägre utsläppsbanan för transportsektorn. Å andra sidan finns risken att skiftet till fordon drivna av batterier och bränsleceller (och allt vad det kräver i investeringar, utbyggnad, infrastruktur mm) då saktas ned, samtidigt som bioresurserna som går in i transportsektorn hade kunnat användas på annat håll. Eventuellt kan parallella spår också medföra högre ekonomiska kostnader. Det långsiktiga behovet av avancerade bio- och syntetiska bränslen för flyg och sjöfart är däremot tydligt, och en strategi för innovation och framtida användning behöver komma på plats.

- **En nationell strategi för plasthantering:** Sveriges nuvarande hantering av plast innebär att nästan 80% förbränns, med utsläpp på över 3 Mt som resultat.³⁸ Eftersom den största delen av detta är kopplat till vår el- och fjärrvärme är inläsningseffekterna stora. För att nå klimatneutralitet inom fossilt avfall krävs lösningar som tar lång tid att genomföra, och vi står inför något av ett vägval: om Sverige ska satsa på energiåtervinning som idag (då med CCS i stor skala) eller materialåtervinning och förse kemisektorn med ny råvara (med hjälp av nya förbättrade sorterings- och återvinningsmetoder). Oavsett vilken väg som väljs krävs stora samhällsbeslut som inte är möjliga med dagens politik. Det behövs en nationell plaststrategi som dels uppnår klimatmålen, dels hanterar andra miljömål om giffri miljö och läckage av plast till naturen.

- **En acceleration av negativa utsläpp:** Sannolikt behövs 5-7 Mt CO₂ negativa utsläpp till 2045 – inte minst eftersom jordbruket kommer att ha utsläpp kvar. Men det finns inget starkt skäl att vänta. Negativa utsläpp kan skapas redan i närtid, särskilt genom CCS på stora punktkällor med biogen CO₂, exempelvis pappers- och massabruk samt inom fjärrvärmerna. På sikt kan det även vara fördelaktigt att generera än större negativa utsläpp, för att skapa flexibilitet i andra delar av ekonomin och då Sverige efter 2045 ska uppnå netto negativa utsläpp. Den stora frågan på sikt är till vilken grad vi bör öka kolinlagringen i skog och mark, och inte minst om betydande landarealer ska avsättas.



Fem tvärgående områden är särskilt viktiga för att höja omställningstakten och kunna realisera den attraktiva visionen.



3.2 FLERA TVÄRGÅENDE TEMAN MÅSTE HANTERAS UNDER TIDIGT 2020-TAL

I tillägg till de bredare frågorna ovan (som adresserar vägen framåt för viktiga sektorer) finns flera tvärgående teman att hantera. De relaterar till fortsatt innovation, konkurrenskraft för gröna lösningar, tillgång till nya insatsvaror och ny infrastruktur, samt olika tillståndsprocesser. I skrivande stund hålls stora satsningar från bolag och privatpersoner tillbaka till följd av en eller flera av dessa. Samtidigt vet vi att omställningen måste accelerera i närtid för att vi ska nå klimatmålen.

Från en kartläggning av tvärgående hinder för omställningen ser vi fem särskilt viktiga områden som måste hanteras under tidigt 2020-tal, för att möjliggöra den omställningstakt som krävs (Figur 14):

- **1) Väsentligt mer offentligt stöd för innovation:** Många bolag står nu inför beslut om teknikdemonstration i industriell skala, ofta med investeringar på flera miljarder, men dagens styrmedel skapar inte förutsättningarna för att ta dessa. Riktade stödprogram krävs för de första stora, riskfyllda och mer kostsamma demonstrationsprojekten. Policymekanismer som säkrar konkurrenskraft likaså: som vi diskuterat har användande av grön teknik ofta relativt små effekter på kostnader sett över värdekedjor, men enskilda parter kan träffas hårt (t ex stål, plast, cement med 10-100% ökad produktionskostnad, men <1% i konsumentled). Grovt uttryckt behöver vi för industrin samma krafttag som vi historiskt haft för energi och transport.³⁹ Andra EU-länder sätter nu detta på plats med nationella industristrategier och betydande stödpaket, exempelvis Tyskland och Frankrike med stora investeringsstöd för grön vätgas, Nederländerna med subventioner för industrins omställning, samt Österrike och Norge med stora stöd till enskilda projekt.⁴⁰ Sverige måste agera om svenska företags internationella konkurrenskraft ska bevaras.

- **2) Nya mekanismer och beslutsprocesser för elsystemet:** Brist på effekt hotar att redan under 2020-talet bli en allvarlig hämsko för klimatomställningen. Inom flera delar av landet har vi redan sprungit in i att elsystemet sätter gränsen för omställningen. Det är därför allvarligt att de scenarier som används t ex för planering av stamnätet fortfarande är för en långt mindre elektrifierad framtid än i scenarier där Sverige når klimatmålen. Dessutom talar de svenska förutsättningarna att tillverka fossilfri el till konkurrenskraftiga priser för en framtid där Sverige är en stor vidareförädlare (och möjligtvis även exportör) av el. De viktigaste besluten i närtid är inte vilket

kraftslag som det vore "bäst" att investera i. Däremot krävs en vidareutveckling av marknadsmekanismer, och en mycket mer snabbfotad och enhetlig process för planering och utbyggnad av transmission, investeringar i elnät, tillstånd för produktion, och tilldelning av elnätskoncessioner.⁴¹

- **3) Stöd, infrastruktur och regelverk för vätgas:** I det scenario vi visade i kapitel 2 blir Sverige en storskalig användare av vätgas, inom kemi, järn- och stål, högtemperaturvärme, vägtrafik, bränsleproduktion mm. Bara för de konkreta svenska planer och projekt som idag ligger på bordet behövs 50 TWh vätgas.⁴² Och behovet kan alltså bli än större. Vätgas kommer också med stora möjligheter, som att balansera elnätet och skapa synergier mellan olika industrier. Även här har andra EU-länder tydliga strategier för stödsystem, infrastruktursatsningar och anpassning av regelverk – något som skulle vara till stor nytta även i Sverige.

- **4) Uppdaterade tillstånds- och myndighetsprocesser:** Klimatomställningen innebär en kraftig utbyggnad av infrastruktur och ny industriell kapacitet. Men dagens myndighetsprocesser – inte minst för tillstånd – är anpassade för de marginella förändringar som varit normen de senaste decennierna. De behöver nu stöpas om för att rättssäkert klara samma tempo som rådde vid efterkrigstidens utbyggnad av vatten- och kärnkraft, eller när dagens industrier först byggdes upp. Utan detta riskerar oförutsägbara och långsamma processer för ny infrastruktur samt miljö- och verksamhetstillstånd att hålla tillbaka de klimatsatsningar som nu behövs.

- **5) Infrastrukturplanering för klimatmålen:** Klimatomställningen kräver stora mängder ny infrastruktur för användning av nya råvaror och energislag. Viktiga exempel är laddinfrastruktur (för privatpersoner och snabbbladdare för tunga transporter), samordnad transport och lagring av vätgas, distributionskanaler för nya typer av bränslen (syntetiska, avancerade biobränslen), nyinvesteringar i städernas transportsystem eller avfallshantering, hubbar för lagring av koldioxid för CCS, och nationella system för insamling av plast som stort råvaruflöde. I flera fall behöver infrastrukturen finnas på plats för att privatpersoner eller företag ska motiveras att göra investeringar, medan det i andra fall behöver vara tydligt att den kommer inom viss tid. För att lyckas behövs samma standardisering, tydliga regleringsramverk och finansieringsstrukturer som finns för dagens infrastruktur såsom vägar eller elnät.

Figur 14

EN GYNSAM OMSTÄLLNING KRÄVER NY INRIKTNING FÖR FYRA SEKTORER...



POLITIK FÖR EN GRÖN NYINDUSTRIALISERING

Sveriges ambitiösa klimatmål kräver att svenska industriföretag blir bland de första i världen att sjösätta nya teknologier i industriell skala. Många andra länder genomför nu krafttag, vilka behövs också i Sverige



EN NY MÅLBILD FÖR TRANSPORTSEKTORN

Fordonstillverkare svänger nu enhälligt om mot fordon drivna av batterier och bränsleceller. Sverige måste sikta på detsamma och utvärdera rollen för flytande bränslen som övergångslösning



EN NATIONELL STRATEGI FÖR PLASTHANTERING

Nästan 80% av plasten går idag till förbränning. Sverige behöver mobilisera nya lösningar för energiåtervinning (med CCS i stor skala) eller materialåtervinning (förse kemisektorn med ny råvara)



EN ACCELERATION AV NEGATIVA UTSLÄPP

Negativa utsläpp kan skapas redan i närtid, vilket Sverige bör sikta på – särskilt genom CCS på stora punktkällor med biogen CO₂. Flera olika aspekter spelar in på totalbehovet av negativa utsläpp

KÄLLA: MATERIAL ECONOMICS

...OCH ATT FEM TVÄRGÅENDE OMRÅDEN HANTERAS UNDER TIDIGT 2020-TAL



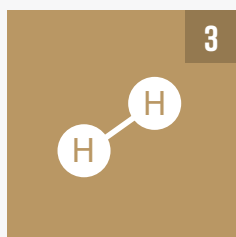
VÄSENTLIGT MER OFFENTLIGT STÖD FÖR INNOVATION

Riktade stödprogram är nödvändiga för att möjliggöra fortsatt tekniskskifte, demonstrationsprojekt och sjösättning av stora satsningar. Även policymekanismer så att enskilda bolag kan hantera långsiktiga kostnadsökningar från användande av grön teknik.



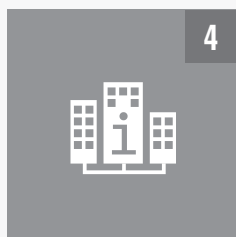
NYA MEKANISMER OCH BESLUTSPROCESSER FÖR ELSYSTEMET

Vi kommer att behöva betydligt mer el än vi tidigare trott. Det kräver nya scenarier för utbyggnad, men också en mycket mer snabbfotad process för planering, investeringar, tillstånd för produktion och tilldelning av elnätskoncessioner.



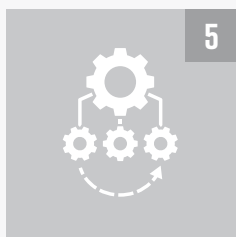
STÖD, INFRASTRUKTUR OCH REGELVERK FÖR VÄTGAS

Tydliga strategier för stödsystem, infrastruktursatsningar och anpassning av regelverk behövs för att möjliggöra storskalig användning av vätgas (inom kemi, järn- och stål, höghetemperaturvärme, vägtrafik, bränsleproduktion mm).



UPPDATERADE TILLSTÅNDS- OCH MYNDIGHETSPROCESSER

Våra beslutsprocesser har utformats för marginella förändringar men måste stöpas om för att klara snabb utbyggnad av infrastruktur och ny industriell kapacitet, i samma tempo som när vi först byggde ut vatten- och kärnkraft eller etablerade de industrier vi har i dag.



INFRASTRUKTURPLANERING FÖR KLIMATMÅLEN

Bland annat behövs standardiseringar och finansieringsstrukturer för att kunna bygga upp ny infrastruktur: laddinfrastruktur, transport och lagring av vätgas, distributionskanaler för nya bränslen, städernas transportsystem och avfallshantering, hubbar för koldioxidlagring, mm.

KÄLLA: MATERIAL ECONOMICS

KÄLLFÖRTECKNING

- Airbus (2020). Airbus reveals new zero-emission concept aircraft. Airbus, 21 September.
<https://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2020/09/airbus-reveals-new-zeroemission-concept-aircraft.html>.
- Alexis Michael Bazzanella, Florian Ausfelder, and DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. (2017). Low Carbon Energy and Feedstock for the European Chemical Industry. DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.
https://dechema.de/dechema_media/Technology_study_Low_carbon_energy_and_feedstock_for_the_European_chemical_industry-p-20002750.pdf. Aluminium Industri.
- BBC (2020). Bentley reveals plan to go fully electric by 2030. BBC News, 6 November. Business.
<https://www.bbc.com/news/business-54835588>.
- Bertelsen, N. and Vad Mathiesen, B. (2020). EU-28 Residential Heat Supply and Consumption: Historical Development and Status.
https://www.researchgate.net/publication/340614480_EU-28_Residential_Heat_Supply_and_Consumption_Historical_Development_and_Status.
- Betonginitiativet and Fossilfritt Sverige (2018). Färdplan för klimatneutralkonkurrenskraft: Betongbranschen.
- BloombergNEF (2020). Sector Coupling in Europe: Powering Decarbonization. Blomberg Finance L.P.
<https://data.bloomberglp.com/professional/sites/24/BNEF-Sector-Coupling-Report-Feb-2020.pdf>.
- Borealis (2019). Petrochemical companies form Cracker of the Future Consortium and sign R&D agreement. Borealis, 26 August.
<https://www.borealisgroup.com/news/petrochemical-giants-form-consortium-cracker-of-the-future-and-sign-agreement>.
- Buttress, A., Jones, A. and Kingman, S. (2015). Microwave processing of cement and concrete materials – towards an industrial reality? Cement and Concrete Research, 68. 112–23. DOI:10.1016/j.cemconres.2014.11.002.
- Cementa (2018). Färdplan cement för ett klimatneutralt betongbyggande.
- CleanTechnica (2020). Abu Dhabi To Have Cheapest Solar Power Ever — 1.35 Cents Per Kilowatt-Hour. CleanTechnica, 6 May.
<https://cleantechnica.com/2020/05/06/abu-dhabi-will-have-the-cheapest-solar-farm-ever-built/>.
- Climate Change Committee (2020). The Sixth Carbon Budget.
<https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2020/12/The-Sixth-Carbon-Budget-The-UKs-path-to-Net-Zero.pdf>.
- Energiföretagen (2020). Färdplan För Fossilfri Konkurrenskraft - Elbranschen.
https://fossilfrittsverige.se/wp-content/uploads/2020/09/ffs_elbranschen.pdf.
- Energigas Sverige (2020). Färdplan För Klimatneutral Konkurrenskraft - Gasbranschen.
https://fossilfrittsverige.se/wp-content/uploads/2020/10/frdplan_gasbranschentemp.pdf.
- Energimyndigheten (2020). Drivmedel 2019 - Redovisning Av Rapporterade Uppgifter Enligt Drivmedelslagen, Hållbarhetslagen Och Reduktionsplikten. 2020:26.
https://www.energimyndigheten.se/globalassets/nyheter/2020/er-2020_26-drivmedel-2019.pdf.
- Energy Transitions Commission (ETC) (2018a). Reaching Zero Carbon Emissions from Steel. Energy Transitions Commission (ETC).
- Energy Transitions Commission (ETC) (2018b). Mission Possible - Reaching Net-Zero Carbon Emissions from Harder-to-Abate Sector by Mid-Century.
<http://www.energy-transitions.org/mission-possible>.
- Ericsson, K. and Lunds universitet (2017). Biogenic Carbon Dioxide as Feedstock for Production of Chemicals and Fuels: A Techno-Economic Assessment with a European Perspective. Miljö- och energisystem, LTH, Lunds universitet, Lund.
- European Bioplastics (2020). Applications for bioplastics.
<https://www.european-bioplastics.org/market/applications-sectors/>.
- European Commission (2020a). Energy for transport: 8% from renewable sources. 23 January.
<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20200123-2>.
- European Commission (2020b). Electricity Generation Statistics - First Results.
<https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/9990.pdf>.
- European Environmental Agency (2020). Greenhouse gas emission intensity of electricity generation. 8 December.
https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/co2-emission-intensity-6#tab-googlechartid_googlechartid_googlechartid_googlechartid_chart_11111.
- Falk, J. and Gaffney, O. (2019). Exponential Roadmap. Stockholm Resilience Center, Potsdam Institute for Climate Impact Research.
https://exponentialroadmap.org/wp-content/uploads/2020/03/ExponentialRoadmap_1.5.1_216x279_08_AW_Download_Singles_Small.pdf.
- Favier, A., De Wolf, C., Scrivener, K. and Habert, G. (2018). A Sustainable Future for the European Cement and Concrete Industry. ETH Zürich.
<https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/301843>.
- Forbes (2020). Volvo Cars To Be All-Electric By 2030. Forbes, 3 December.
<https://www.forbes.com/sites/michaeltaylor/2020/12/03/volvo-cars-to-be-all-electric-by-2030/?sh=74a08a1233cb>.
- Fossilfritt Sverige (2020a). Färdplan För Fossilfri Konkurrenskraft - Bygg- Och Anläggningssektorn.
https://fossilfrittsverige.se/wp-content/uploads/2020/10/ffs_bygg_anlaggningssektorn.pdf.
- Fossilfritt Sverige (2020b). Färdplan För Fossilfri Konkurrenskraft - Dagligvaruhandeln.
https://fossilfrittsverige.se/wp-content/uploads/2020/10/ffs_dagligvaruhandel.pdf.
- Fossilfritt Sverige (2020c). Färdplan För Fossilfri Konkurrenskraft - Fordonsindustrin - Lätta Fordon.
https://www.bilsweden.se/storage/C2F83AC00A6E8059B63FEB8DDC94EAC63A531047EE91B8F1D2CBF904B9AF5FC2/2ef0933d4ea847baac-d12e947744c178/pdf/media/ceb4252268f84f64a689f92929c6f5b1/Fa%CC%88rdplan_La%CC%88tta_Fordon.pdf.
- Fossilfritt Sverige (2020d). Färdplan För Fossilfri Konkurrenskraft - Uppvärmningsbranschen.
https://fossilfrittsverige.se/wp-content/uploads/2020/10/ffs_frdplan-fossilfri-uppvrmnin_200908.pdf.
- Fossilfritt Sverige (2020e). Färdplan För Klimatneutral Konkurrenskraft - Petroleum- Och Biodrivmedelsbranschen.
https://fossilfrittsverige.se/wp-content/uploads/2020/09/ffs_petroleum.pdf.
- Fossilfritt Sverige (2020f). Fordonsindustrin - Tunga Fordon.
https://fossilfrittsverige.se/wp-content/uploads/2020/09/Fardplan_Tunga-fordon.pdf.

Fossilfritt Sverige (2021). Strategi För Fossilfri Konkurrenskraft - Vätgas.
<https://fossilfritt Sverige.se/wp-content/uploads/2021/01/Vatgasstrategi-for-fossilfri-konkurrenskraft-1.pdf>.

Gilbert-d'Halluin, A. and Harrison, P. (2018). Trucking into a Greener Future.
<https://euagenda.eu/upload/publications/untitled-176822-ea.pdf>.

Global Maritime Forum (2020). Getting to Zero Coalition. Global Maritime Forum.
<https://www.globalmaritimeforum.org/getting-to-zero-coalition/members>.

Hammarlund, S., Isacson, G., Lindblom, H., Eliasson, J. and Hunhammar, S. (2020). Scenarier För Att Nå Klimatmålet För Inrikes Transport. Trafikverket.
https://trafikverket.ineko.se/Files/en-US/74700/Ineko.Product.RelatedFiles/2020_080_scenarier_for_att_na_klimatmalet_for_inrikes_transporter_ett_regeringsuppdrag.pdf.

Hewlett Foundation (2020). Zero Emission Road Freight Strategy.
<http://hewlett.org/wp-content/uploads/2020/04/Hewlett-Zero-Emission-Road-Freight-Strategy-2020-2025.pdf>.

Hydrogen Council (2020). Path to Hydrogen Competitiveness.
https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2020/01/Path-to-Hydrogen-Competitiveness_Full-Study-1.pdf.

IEA (2017). The Future of Trucks. <https://www.iea.org/reports/the-future-of-trucks>.

IEA (2020). Evolution of Li-ion battery price, 1995-2019. June.
<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/evolution-of-li-ion-battery-price-1995-2019>.

IPCC (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty. IPCC.

IVA (2015). Scenarier För Den Framtida Elanvändningen. Kungliga ingengörsvetenskapsakademien (IVA).
<https://www.iva.se/globalassets/info-trycksaker/vagval-el/201512-iva-vagval-el-anvandning-f.pdf>.

IVA (2019). Så Klarar Det Svenska Energisystemet Klimatmålen. Vägval för klimatet, 4.
<https://www.iva.se/globalassets/bilder/projekt/vagval-klimat/201909-iva-vagval-for-klimatet-delrapport4-i.pdf>.

Jernkontoret (2018). Klimatfärdplan - För En Fossilfri Och Konkurrenskraftig Stålintusti i Sverige.
https://fossilfritt Sverige.se/wp-content/uploads/2020/10/ffs_stalindustrin.pdf.

Jordbruksverket (2012). Ett Klimatvänligt Jordbruk 2050. 2012:35. Jordbruksverket.
https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra12_35b.pdf.

Jordbruksverket (2018). Återväntning Av Organogen Jordbruksmark Som Klimatåtgärd. 2018:30.
https://www2.jordbruksverket.se/download/18.398404781668c84d6edec8c/1540291633301/ra18_30.pdf.

Klimatpolitiska rådet (2019). Klimatpolitiska rådets rapport 2019

Konjunkturinstitutet (2014). Samhällsekonomiska Konsekvenser Av Olika Bördefördelning Av Ett Europeiskt Klimatmål. 2014:26.
<https://www.konj.se/download/18.6a1050ca14f588cdb5f43001/1440414926557/PM26:%20Samh%C3%A4llsekonomiska%20konsekvenser%20av%20klimatmal.pdf>.

Lantbrukarnas Riksförbund (2020a). Färdplan För Fossilfri Konkurrenskraft - Lantbruksbranschen.
https://fossilfritt Sverige.se/wp-content/uploads/2020/09/ffs_lantbruksbranschen.pdf.

Lantbrukarnas Riksförbund (2020b). Självförsörjning. 11 mars.
<https://www.lrf.se/politikochpaverkan/foretagarvillkor-och-konkurrenskraft/nationell-livsmedelsstrategi/sjalvforsorjning/>

Lazard (2020). Lazard's Levelized Cost of Energy - Version 14.0.
<https://www.lazard.com/media/451419/lazards-levelized-cost-of-energy-version-140.pdf>.

Lundmark, T. (2020). Skogen Räcker Inte - Hur Ska vi Prioritera. Future Forests Rapportserie, 2020:4. SLU, Future Forests.
https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/f-for/pdf/ffrapport_skogen-racker-inte_20200915_vers2.pdf.

Madeddu, S., Ueckerdt, F. and Michaja Pehl (2020). The CO₂ reduction potential for the European industry via direct electrification of heat supply (power-to-heat). Environmental Research Letters, .
https://www.researchgate.net/publication/347483563_The_CO_2_reduction_potential_for_the_European_industry_via_direct_electrification_of_heat_supply_power-to-heat.

Material Economics (2019). Industrial Transformation 2050 - Pathways to Net-Zero Emissions from EU Heavy Industry.
<https://materialeconomics.com/publications/industrial-transformation-2050>.

Material Economics (2020a). Mainstreaming Green Hydrogen in Europe.
<https://materialeconomics.com/publications/mainstreaming-green-hydrogen-in-europe>.

Material Economics (2020b). Understanding the Economic Case for Decarbonising Cities - Why Economic Case Analysis for City Decarbonisation Is Crucial. <https://materialeconomics.com/publications/decarbonizing-cities>.

Material Economics (2021). Klimatnyttan Av Svensk Export.
<https://materialeconomics.com/publications/klimatnyttan-av-svensk-export>

McKinsey & Company (2019a). Making Electric Vehicles Profitable.
<https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/making-electric-vehicles-profitable>.

McKinsey & Company (2019b). Harnessing Momentum for Electrification in Heavy Machinery and Equipment.
<https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/harnessing-momentum-for-electrification-in-heavy-machinery-and-equipment>.

Miljödepartementet (2020a). Tilläggsdirektiv till Miljömålsberedningen (M2010:04) - Strategi för minskad klimatpåverkan från konsumtion.
<https://www.regeringen.se/4aac8f/contentassets/05a099e599c5401da83938f61688277c/tillaggsdirektiv-till-miljomalsberedningen-m-201004--strategi-for-minskad-klimatpaverkan-fran-konsumtion-dir.-2020110>.

Miljödepartementet (2020b). Vågen till En Klimatpositiv Framtid. 2020:4.
<https://www.regeringen.se/4a9e84/contentassets/1c43bca1d0e74d44af84a0e2387bfbc/vagen-till-en-klimatpositiv-framtid-sou-20204>.

- Mission Possible (2021). Mission Possible - Action Areas.
<https://missionpossiblepartnership.org/action-areas>.
- Naturvårdsverket (2020a). Fördjupad Analys Av Den Svenska Klimatomställningen 2020. 6945.
<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publ-filer/6900/978-91-620-6945-2.pdf?pid=27859>.
- Naturvårdsverket (2020b). Territoriella utsläpp och upptag av växthusgaser. 15 December.
<https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-territoriella-utslapp-och-upptag/>.
- Naturvårdsverket and Jordbruksverket (2019). Minskade Utsläpp Av Växthusgaser Från Jordbruket Med Ökad Produktion?
<http://www.naturvardsverket.se/upload/sa-mar-miljon/klimat-och-luft/klimat/tre-satt-att-berakna-klimatpaverkande-utslapp/Jordbruksscenarier-2045.pdf>.
- Perstorp (2020). Perstorp plan to reduce carbon emission with half million tons by producing sustainable methanol. Perstorp, 24 November.
https://www.perstorp.com/en/news_center/pressreleases/2020/perstorp_producing_sustainable_methanol.
- Regeringskansliet (2013a). Fossilfrihet På Väg - Del 1. 2013:84.
<https://www.regeringen.se/49bbab/contentassets/7bb237f0adf546daa36aaf044922f473/fossilfrihet-pa-vag-sou-201384-del-12>.
- Regeringskansliet (2013b). Fossilfrihet På Väg - Del 2. 2013:84.
<https://www.regeringen.se/contentassets/7bb237f0adf546daa36aaf044922f473/fossilfrihet-pa-vag-sou-201384-del-22>.
- RethinkX (2020). Rethinking Energy 2020-2030.
- SCB (2020a). Basfakta för verksamhetsnivå enligt Företagens ekonomi.
- SCB (2020b). Elanvändningen i Sverige efter användningsområde.
- SCB (2020c). Varuexport, bortfallsjusterad.
- SCB (2021). Elförsörjning 2020. 10 February.
<https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/energi/tillforsel-och-anvandning-av-energi/manatlig-elstatistik-och-byten-av-elleverantor/pong/tabell-och-diagram/elforsorjning/>.
- Shepardson, D. (2021). GM aims to end sale of gasoline, diesel-powered cars, SUVs, light trucks by 2035. Reuters, 28 January.
<https://www.reuters.com/article/us-gm-emissions-idUSKBN29X2AY>.
- Skogsindustrierna (2018). Färdplan för fossilfri konkurrenskraft – Skogsnäringen.
- Skogsindustrierna (2020). Färdplan För Fossilfri Konkurrenskraft - Skogsnäringen.
https://fossilfrittsverige.se/wp-content/uploads/2020/10/ffs_skogsnaringen.pdf.
- SMED (2020). Hållbar plastanvändning. Olika åtgärders potential för att minska växthusgasutsläppen från förbränning av fossilbaserad plast. SMED Rapport Nr 05 2020
- Stern, N. (2006). The Economic of Climate Change: The Stern Review.
https://web.archive.nationalarchives.gov.uk/20100407172811/http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm.
- Svebio (2020). Färdplan Bioenergi - Så Möter vi Behovet Av Bioenergi För Fossilfritt Sverige. Svenska bioenergiföreningen.
<https://www.svebio.se/app/uploads/2020/03/Svebio-Fa%CC%88rdplan-Bioenergi-2020-1.pdf>.
- Svensk sjöfart, Skärgårdsredarna and Sveriges Hamnar (2020). Färdplan För Fossilfri Konkurrenskraft - Sjöfartsnäringen.
<https://fossilfrittsverige.se/wp-content/uploads/2020/09/sjfartsnringen.pdf>.
- Svenska Kraftnät (2018). Långsiktig Marknadsanalys 2018.
- Svenskt flyg (2020). Färdplan För Fossilfri Konkurrenskraft - Flygbranschen.
https://fossilfrittsverige.se/wp-content/uploads/2020/10/ffs_flygbranschen.pdf.
- Svenskt Näringsliv (2019). Högre elanvändning år 2045.
https://www.svensktnaringsliv.se/bilder_och_dokument/2spd2_hogre-elanvandning-2045pdf_1138079.html/Hgre+elanvndning+2045.pdf
- Sveriges åkeriföretag (2020). Färdplan För Fossilfri Konkurrenskraft - Åkerinäringen.
https://fossilfrittsverige.se/wp-content/uploads/2020/10/ffs_akerinaringen.pdf.
- Sweco (2019). Klimatneutral konkurrenskraft - kvantifiering av åtgärder i klimatfärdplaner.pdf. 7 January.
https://www.svensktnaringsliv.se/Bilder_och_dokument/klimatneutral-konkurrenskraft-kvantifiering-av-atgarder-i-klimatf_729540.html/BINARY/Klimatneutral%20konkurrenskraft%20-%20kvantifiering%20av%20C3%A5tg%20C3%A4rder%20i%20klimatf%20C3%A4rdplaner.pdf.
- Swemin (2019). Färdplan För En Konkurrenskraft Och Fossilfri Gruv- Och Mineralnäring.
<https://www.swemin.se/fardplan-for-en-konkurrenskraftig-och-fossilfri-gruv-och-mineralnaring/>.
- Thunman, H., Berdugo Vilches, T., Seemann, M., Maric, J., Vela, I. C., Pissot, S. and Nguyen, H. N. T. (2019). Circular use of plastics-transformation of existing petrochemical clusters into thermochemical recycling plants with 100% plastics recovery. Sustainable Materials and Technologies, 22. e00124. DOI:10.1016/j.susmat.2019.e00124.
- Thunman, H., Seemann, M., Berdugo Vilches, T., Maric, J., Pallares, D., et al. (2018). Advanced biofuel production via gasification - lessons learned from 200 man-years of research activity with Chalmers' research gasifier and the GoBiGas demonstration plant. Energy Science & Engineering, 6(1). 6–34. DOI:10.1002/ese3.188.
- Trafikanalys (2020). Trafikarbete på svenska vägar.
<https://www.trafa.se/globalassets/statistik/trafikarbete/2020/trafikarbete-pa-svenska-vagar-1990-2019okt.pdf?>
- Volvo Cars (2020). The Future is Electric. Volvo Cars.
<https://group.volvocars.com/company/innovation/electrification>.
- Wilhelmsson, B., Claes Kollberg, Johan Larsson, Jan Eriksson, and Magnus Eriksson (2018). CemZero - A Feasibility Study Evaluating Ways to Reach Sustainable Cement Production via the Use of Electricity. Vattenfall and Cementa.
- Återvinningsindustrierna (2020). Färdplan För Fossilfri Konkurrenskraft - Återvinningsindustrin.
https://fossilfrittsverige.se/wp-content/uploads/2020/09/ffs_atervinningsbranschen.pdf.

NOTER

¹ På helheten har de mest bidragande åtgärderna till de svenska utsläppsminskningarna varit utbyggnaden av fjärrvärmenäten, övergången från oljeeldade värmepannor till el- och fjärrvärme, samt ökad användning av biobränslen inom industrin. Etappmålen innebär att de utsläpp som inte omfattas av EU:s handel med utsläppsrätter ska minska med 40% till 2020, 63% till 2030 och 75% till 2040, jämfört med år 1990. (Naturvårdsverket 2020a)

² Data för Sveriges utsläpp från Naturvårdsverket (2020b) Data för svensk kraftproduktion från SCB (2021); svensk och europeisk utsläppsintensitet från European Environmental Agency (2020); Europeisk kraftproduktion från European Commission (European Commission 2020b); Svensk och europeisk utsläppsintensitet för uppvärmning från Bertelsen and Vad Mathiesen (2020); Jämförelse mellan svensk industris klimatpåverkan och klimatpåverkan från industri i andra länder från Material Economics (2021); Andel förnybara bränslen från (European Commission 2020a). Tidigare åtgärder inom transport och jordbruk från Naturvårdsverket (2020a);

³ Naturvårdsverket beräknar att de totala utsläppen från svensk konsumtion år 2018 uppgick till 82 miljoner ton CO₂e, varav majoriteten (47 miljoner ton) uppstod i produktionen av varor importerade från andra länder (Naturvårdsverket 2020a). Regeringen utreder nu om mål för att minska dessa bör ingå i de svenska miljömålen (Miljödepartementet 2020a).

⁴ Svensk export är betydande: Mer än 70% av de 2000 miljarder kronor som svenska industriföretag omsätter årligen genereras genom export (SCB 2020c; SCB 2020a)

⁵ Material Economics (2021) – Klimatnyttan av svensk export

⁶ Från bl.a. IPCC (IPCC 2018). Sedan 2005 har de svenska territoriella utsläppen minskat med i genomsnitt ca 2% per år, medan minskningstakten fram till år 2045 i genomsnitt måste vara mellan 6-10% per år, för att kunna nå målet om noll netto-utsläpp (Naturvårdsverket 2020a). Utsläppsdata från Naturvårdsverket (2020) – Territoriella utsläpp och upptag av växthusgaser.

⁷ Utsläppsdata från Naturvårdsverket (2020). Utsläppen har sedan allokaterats till de tre olika områdena. För arbetsmaskiner, samt uppvärmning av lokaler och bostäder, har detta inneburit att vissa utsläpp hamnat inom "Industri", vissa inom "Städer och transport, och vissa inom "Land och jordbruk".

⁸ Material Economics (2019) – Industrial Transformation 2050 - Pathways to Net-Zero Emissions from EU Heavy Industry.

⁹ Exempelvis FFF-utredning från 2013 (Regeringskansliet 2013a; Regeringskansliet 2013b)

¹⁰ Tanken bakom ett transporteffektivt samhälle är attraktivt: att uppnå samma samhällsliga och ekonomiska nytta, men med färre transporter. I praktiken har det dock visat sig svårt att få till, till följd av bland annat den ekonomiska utvecklingen, befolkningsökning, förändrade samhällsstrukturer förändrade produktionsmönster i näringslivet samt ökad globalisering av värdekedjor (Klimatpolitiska rådet 2019). Exempelvis var trafikarbetet för personbilar 15% högre år 2019 än år 2000, och för lätta lastbilar fördubblades det mellan år 1999 och 2014 (Naturvårdsverket 2020a). Data även från Trafikanalys (2020) – Trafikarbete på svenska vägar

¹¹ När vi tittar framåt går ekvationen inte ihop för att bilar, tunga transporter, flyg och sjöfart alla ska använda inhemska resurser – även om samhället skulle bli mycket mer transporteffektivt, och trots att Sverige har gott om bioresurser (se diskussion i avsnitt 2.4). Data om import av biodrivmedel från Energimyndigheten (2020).

¹² Potentialen för utsläppsminskningar och negativa utsläpp från olika åtgärder, samt vilka utmaningar jordbruket har i dag, kommer från både intervjuer med företag och organisationer inom området – men även från rapporter som bl.a. Naturvårdsverket & Jordbruksverket (2019) och Jordbruksverket (2018). Data om Sveriges självförsörjningsgrad från Lantbrukarnas Riksförbund (2020b)

¹³ Batterikostnader från IEA (2020) och RethinkX (2020). Kostnader för sol- och vindkraft från Lazard (2020). Kostnader för vätgas från Material Economics (2020a); andelen vindkraft i sverige från SCB (2021); andelen vindkraft i Europa från European Commission (European Commission 2020b)

¹⁴ Exempel på lägsta kostnad för solceller från CleanTechnica (CleanTechnica 2020)

¹⁵ Exempelvis i färdplanen för stålindustrin från Jernkontoret (Jernkontoret 2018) och i färdplanen för tung transport från Fossilfritt Sverige (Fossilfritt Sverige 2020f)

¹⁶ Analysen baseras på flertalet intervjuer, artiklar och rapporter (exempelvis Hewlett Foundation 2020; Hydrogen Council 2020; BloombergNEF 2020; Madeddu et al. 2020; Gilbert-d'Halluin and Harrison 2018; McKinsey & Company 2019b; McKinsey & Company 2019a; Swemin 2019; Mission Possible 2021; Airbus 2020; Volvo Cars 2020; Lazard 2020; RethinkX 2020; Falk and Gaffney 2019; IEA 2020; European Bioplastics 2020; Borealis 2019; Jernkontoret 2018; Perstorp 2020; Favier et al. 2018; Global Maritime Forum 2020; Thunman et al. 2019; Buttress et al. 2015; Thunman et al. 2018; Alexis Michael Bazzanella et al. 2017; Ericsson and Lunds universitet 2017; Energy Transitions Commission (ETC) 2018b; Energy Transitions Commission (ETC) 2018a; Wilhelmsson et al. 2018)

¹⁷ Exempelvis FFF-utredningen pekade på energieffektivisering av fossila fordon och minskat transportarbete som huvudsakliga lösningar för transportsystemet (Regeringskansliet 2013b; Regeringskansliet 2013a) och IEA (2017) publicerade 2017 en rapport där framtida scenarier för godstrafik också präglades av främst energieffektivisering och optimerad logistik.

¹⁸ Denna studie har byggt vidare på flertalet tidigare färdplaner, scenarier och sammanställningar, inte minst Fossilfritt Sverige 2020a; Sveriges åkeriföretag 2020; Svenskt flyg 2020; Fossilfritt Sverige 2020c; Hammarlund et al. 2020; IVA 2015; Jernkontoret 2018; Naturvårdsverket 2020a; IVA 2019; Sweco 2019; Jordbruksverket 2018; Swemin 2019; Svebio 2020; Naturvårdsverket and Jordbruksverket 2019; Skogsindustrierna 2018; Cementa 2018; Betonginitiativet and Fossilfritt Sverige 2018; Återvinningsindustrierna 2020; Svensk sjöfart et al. 2020; Skogsindustrierna 2020; Energigas Sverige 2020; Fossilfritt Sverige 2020e; Energiföretagen 2020; Fossilfritt Sverige 2020b; Lantbrukarnas Riksförbund 2020; Lundmark 2020; Fossilfritt Sverige 2020d; Jordbruksverket 2012

¹⁹ Ibland skapar nya typer av processer eller fordon en viss förflyttning av utsläpp i värdekedjan, eller nya typer av utmaningar. Ett typiskt exempel är användningen av batteridrivna fordon, vilka medför krav på att batterier tillverkas och återvinnas på hållbart sätt (klimatmässigt, men även vad gäller exempelvis mineraler).

²⁰ Exempelvis krävs samarbete och gemensamma mekanismer för lyckas samla in plast, stål och aluminium, genom värdekedjan hålla det så fritt som möjligt för inblandning av andra material, och sedermera använda det i nyproduktion.

²¹ Resurseffektivitet har en ännu större påverkan på våra importerade konsumtionsutsläpp – dvs, utsläppen som uppstår (inklusive i andra länder) för att tillgodose konsumtion inom Sverige. Detta är inte fokus i rapporten, men är en viktig aspekt för den totala klimatomställningen.

²² Potential för negativa utsläpp från bland annat Miljödepartementet (2020) samt Naturvårdsverket & Jordbruksverket (2019)

- ²³ Inspiration har tagits från exempelvis Climate Change Committee (2020)
- ²⁴ Till exempel fann en studie för 7 år sedan att djupa minskningar av utsläppen kunde medföra att BNP behövde falla med hela 8%: Konjunkturinstitutet (2014) – Samhällsekonomiska konsekvenser av olika bördefördelning av ett europeiskt klimatmål
- ²⁵ Detta ansluter till en rad andra analyser, exempelvis från Climate Change Committee (2020) och Stern (2006)
- ²⁶ Material Economics (2019). Industrial Transformation 2050 - Pathways to Net-Zero Emissions from EU Heavy Industry. www.materialeconomics.com.
- ²⁷ I en uppskattning av SYSTEMIQ för Energy Transitions Commission (2018b) förväntas att framtida bio- eller syntetiskt baserade bränslen för flyg kommer att kosta 50-100% mer än dagens flygbränsle, och att det skulle motsvara en ökning av priset på långdistans ekonomibiljetter med 10-20%
- ²⁸ Analyser kring ekonomiska effekter inom städer och transport hämtas från Material Economics (2020b). Siffrorna i exemplet med Malmö avrundade
- ²⁹ Framtida klimatnyttan redovisas mer ingående i Material Economics (2021)
- ³⁰ Talen som presenteras här är för den mängd råvara som krävs, så all energi uttrycks som primärenergi – dvs, energiinnehållet innan bioresurser omvandlats till bränslen. Samtliga beräkningar presenteras mer utförligt i ett Annex till rapporten som återfinns på <http://www.materialeconomics.com> (Den svenska ekvationen för bioresurser – Annex till rapporten Klimatagenda för Sverige)
- ³¹ Se Annex om bioenergi för en redogörelse för de viktigaste lösningarna (Den svenska ekvationen för bioresurser – Annex till rapporten Klimatagenda för Sverige). Återfinns på <http://www.materialeconomics.com>
- ³² Baserat på bland annat Hydrogen Council (2020) och BloombergNEF (2020)
- ³³ Analysen visar dock på möjliga scenarier där ammoniak kan bli konkurrenskraftigt med biobränslen för sjöfart, och där syntetiska bränslen når kostnadsnivåer liknande dem för avancerade biobränslen på längre sikt. Detta kräver vätgaspriser på ca 1,6 EUR/kg för ammoniak, och 1,3 EUR/kg för syntetiska flygbränslen. Båda dessa kunde då också importeras från regioner med tillgång till billigare vätgas än vad som är sannolikt i norra Europa.
- ³⁴ Bland annat Sweco (Sweco 2019), IVA (IVA 2015) och Svenskt Näringsliv (Svenskt Näringsliv 2019)
- ³⁵ I denna studies scenario skulle omställningen till klimatneutralitet öka elbehovet från dagens ca 140 TWh till omkring 220 TWh. I den omställningen inkluderas fordon och arbetsmaskiner drivna på el och vätgas, nya processer för inhemsk järn- och stålproduktion, el till CCS, ytterligare nya industriprocesser, samt el och vätgas till industrivärme. Utöver detta tillkommer elbehov från nya branscher och industrisatsningar, så som batteriproduktion, dataserverar, och ytterligare järnsvampsproduktion (för stål som tillverkas i utlandet). Denna nya industri kan öka elbehovet till omkring 280 TWh, med ett spann som sträcker sig upp emot 300 TWh. Ytterligare mycket stora mängder kan efterfrågas från internationell bunkring, då internationell flyg- och sjötrafik troligtvis kommer drivas av bland annat vätgas och ammoniak – som kräver stora mängder el. Om Sverige dessutom ska fortsätta vara en nettoexportör av el kommer det krävas långt över 300 TWh år 2050.
- ³⁶ Svenska elanvändningen från SCB (2020). SvK:s prognos från Svenska Kraftnät (2018)
- ³⁷ Exempelvis Volvo Cars, Bentley, och General Motors har gått ut med att de kommer sluta helt med förbränningsmotorer för bilar (Forbes 2020; BBC 2020; Shepardson 2021)
- ³⁸ SMED (2020) redovisar de svenska flödena av plast samt hur de totala fossila utsläppen från förbränning av plast kan vara uppåt 3,5 Mt CO₂ per år. Utsläpp från den fossila delen av avfallet i el- och fjärrvärmesektorn är 2,6 Mt och plastförbränningen står där för 92-97%
- ³⁹ Exempelvis åtgärder och regleringar som aktivt styr volymer samt betydande investeringsstöd. Industrin täcks av EU ETS, men det är inte designat för att driva fundamentala teknikskiften och är inte lika effektivt på marknader med global prissättning. Det svenska Industrilivet och EU:s stödfonder ger viktiga bidrag för utvecklandet av ny teknik och pilotfaser, men är inte i rätt storleksgrad för att hantera det större skiftet.
- ⁴⁰ Beloppen som planeras i flera EU-länder är långt större än industrilivet, vilket även ges till enskilda bolag och satsningar. De nya typer av policys som införs inkluderar direkta subventioner och ”contract for differences”
- ⁴¹ Inte sällan tar det idag uppåt 8 år att säkra eltillgång. Många steg ska till: reservationsavtal mellan lokalnätsföretag och överliggande regionnät, ansökan till Svenska Kraftnät (för kapacitet i stamnätet), projekteringsavtal mellan distributionsbolaget och kunden, ansökan till Länsstyrelsen (beslut om miljöpåverkan), ansökan till Energimarknadsinspektionen (beslut om ledningskoncession), möjliga överklaganden, ledningsrätt via Lantmäteriet (för tillträde till mark), och inte minst byggnation.
- ⁴² Enligt Fossilfritt Sverige (2021) Strategi för fossilfri konkurrenskraft – Vätgas



KLIMATAGENDA FÖR SVERIGE

*En plan som kombinerar netto-noll utsläpp
med industriellt värdeskapande*

Denna rapport ger en övergripande syntes av Sveriges klimatomställning: var vi befinner oss idag och agendan framåt.

Rapporten visar att vi står inför en brytpunkt där en ny kompassriktning för omställningen behövs. Den presenterar ett sammanhållet scenario till år 2045, som genom att ta fasta på den senaste teknik- och marknadsutvecklingen kombinerar netto-noll inhemska utsläpp med internationell klimatnytta och stärkt svensk konkurrenskraft. Rapporten diskuterar även ett antal områden som måste adresseras under tidigt 2020-tal för att kunna realisera den attraktiva omställningsbild som nu börjat framträda.

Analyserna och insikterna är framtagna av Material Economics, inom ramen för initiativet Klimatagendan. Material Economics står ensamt för slutsatserna som presenteras.

Vänligen referera till denna rapport som:

Material Economics (2021). Klimatagenda för Sverige – En plan som kombinerar netto-noll utsläpp med industriellt värdeskapande

MATERIAL ECONOMICS